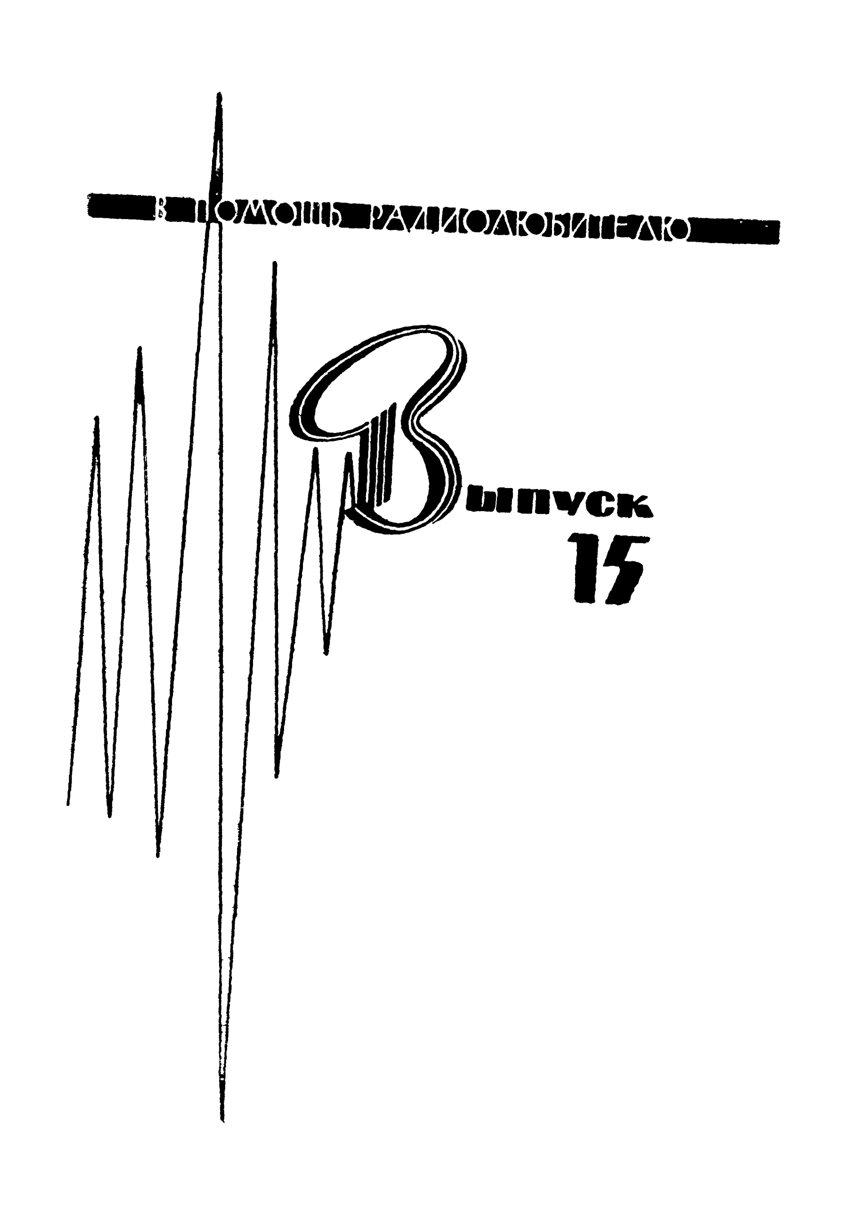

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
15
1963



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1963

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радио клубом ДОСААФ.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10, в сборниках помещаются также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

КАРМАННЫЕ ПЕРЕДАТЧИКИ С АВТОМОДУЛЯЦИЕЙ

Разработка лаборатории ЦРК

М. Балашов

С каждым годом все большую популярность приобретают соревнования радиолюбителей «Охота на лис». Однако большая протяженность трассы и тщательная маскировка «лисы» не позволяют зрителям проследить весь ход соревнований. Для популяризации этого вида спорта и для того, чтобы зрителям легче было понять сущность и цели подобных соревнований, Центральный радиоклуб ДОСААФ СССР проводит игры «Охота на лис» в парках Москвы.

Сущность этих игр заключается в том, что трасса поиска сокращается до 200—100 м, количество «лис» — одна или две. Для того чтобы еще более заинтересовать зрителей, передатчик «лисы» дается одному из них; зритель тщательно маскирует этот передатчик. «Охотнику» необходимо определить по пеленгу, кто из зрителей является «лисой», т. е. у кого находится передатчик.

Понятно, что в этих условиях аппаратура, обычно применяемая в соревнованиях, неприемлема из-за больших габаритов и сложности пользования ею. Поэтому в лаборатории ЦРК были разработаны специальные малогабаритные передатчики с дальностью действия в 200—300 *м,* предельно простые в эксплуатации и изготовлении. Конструктивно эти передатчики обладают большой механической прочностью, что уменьшает возможность поломки передатчика и обеспечивает бесперебойную работу «лисы». Для этой же цели на футляре передатчиков нет ни одной ручки управления. Габариты передатчиков позволяют свободно разместить его в кармане, а антенну спрятать в рукаве.

Поскольку количество одновременно работающих «лис» не превышает одной или двух, была применена модуляция тоном одной звуковой частоты.

На рис. 1 изображена схема передатчика с кварцевой стабилизацией, работающего в диапазоне 3,5 *Мгц*. Передатчик состоит из генератора ВЧ и импульсного модулятора.

Генератор ВЧ собран на транзисторе T_2 типа П-401—П-403 по обычной схеме. Смещение на основание тран-

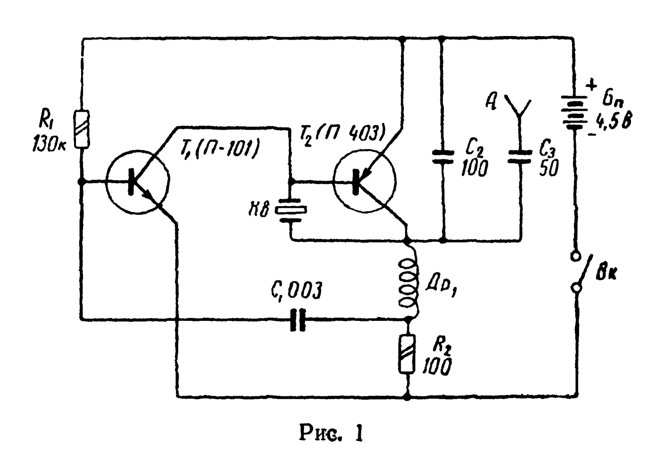


Рис. 1

зистора подается от модулятора, который определяет время возникновения и гашения ВЧ колебаний. К коллектору транзистора T_2 через конденсатор C_3 присоединяется антенна — кусок провода длиной 1—1,5 *м*. В качестве противовеса используется тело оператора, когда передатчик держится в руке, или металлический корпус передатчика.

Модулятор выполнен на транзисторах T_1 типа П-101 и T_2 по схеме мультивибратора на транзисторах прямой и обратной проводимости.

Схема модулятора приведена на рис. 2. Она отличается от схемы рис. 1 только тем, что здесь опущены элементы ВЧ генератора.

Модулятор работает следующим образом: случайное увеличение положительного напряжения на основании транзистора T_1 вызывает увеличение тока основания транзистора, за счет чего уменьшается сопротивле-

ние участка коллектор—эмиттер транзистора T_1. Это вызывает увеличение тока основания транзистора T_2 и следовательно, увеличение его тока коллектора. Падение напряжения на сопротивлении R_2 увеличивается, и на коллекторе транзистора T_2 увеличивается положительное напряжение (по отношению к минусу источника питания). Это напряжение через конденсатор C_1 передается на основание транзистора T_1 и вызывает дополнительное увеличение тока основания. Сопротивление

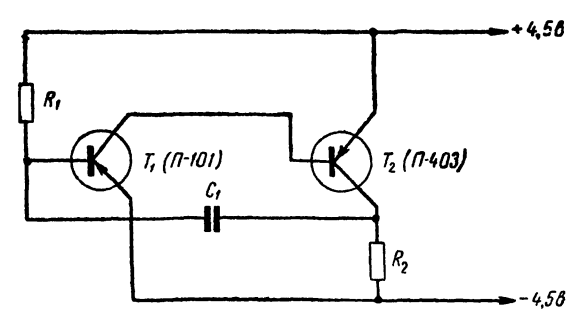


Рис. 2

коллектор—эмиттер транзистора еще более уменьшается, что вызывает еще большее возрастание тока основания и коллектора транзистора T_2. Происходит лавинообразный процесс, в результате которого полностью отпираются транзисторы T_1 и T_2. Они будут открыты до тех пор, пока конденсатор C_1 не зарядится через цепь эмиттер — основание транзистора T_1, коллектор — эмиттер транзистора T_2 и сопротивление R_2.

Когда конденсатор C_1 зарядится настолько, что ток его заряда окажется недостаточным для поддержания режима насыщения транзисторов T_1 или T_2, напряжение на основании транзистора T_1 несколько уменьшится. Это вызовет увеличение сопротивления участка эмиттер — коллектор транзистора T_1 и уменьшение тока основания транзистора T_2. В результате этого уменьшается ток коллектора транзистора T_2 и, следовательно, падение напряжения на сопротивлении R_2. На коллекторе транзистора T_2 возрастает отрицательное напряжение, которое через конденсатор C_1 передается на транзистор T_1 и вызывает уменьшение тока его основания. Это, в свою

очередь, вызывает еще большее увеличение сопротивления участка эмиттер—коллектор транзистора и уменьшение тока основания транзистора T_2 и т. д. В результате лавинообразного процесса транзистор T_1 запирается отрицательным напряжением от конденсатора C_1 и вызывает почти полное запирание транзистора T_2. Транзистор T_1 будет закрыт до тех пор, пока конденсатор C_1 не разрядится через цепь R_1R_2.

Когда напряжение на основании транзистора T_1 станет положительным, процесс повторяется сначала.

Таким образом, длительность импульса определяется емкостью конденсатора C_1, величиной сопротивления R_2, сопротивлением участка основание — эмиттер транзистора T_1 и сопротивлением участка эмиттер — коллектор транзистора T_2.

Длительность паузы определяется в основном емкостью конденсатора C_1 и величинами сопротивлений R_1, R_2, а также напряжением смещения. Так как постоянная времени зарядной цепи меньше времени цепи разряда, длительность импульса получается гораздо меньше длительности паузы. Для увеличения длительности импульса тока через транзистор T_2 можно включить последовательно с конденсатором C_1 сопротивление в 10—30 *ком*.

Частоту колебаний мультивибратора (тон автопрерывания) можно подобрать изменением величин емкости конденсатора C_1 и сопротивления R_1.

Вернемся к схеме рис. 1. В момент, когда транзистор T_2 открыт, происходит генерирование ВЧ колебаний с собственной частотой кварца. Когда транзистор T_1 запирается, прекращается подача тока смещения на основание транзистора T_2 и колебания срываются. Таким образом, один и тот же транзистор T_2 используется как в мультивибраторе, так и в генераторе. Это позволило значительно упростить схему передатчика. Описанный выше процесс будет происходить только в том случае, когда транзистор T_2 имеет малый сквозной ток коллектора, не более 50 *мка*. Чаще всего этому требованию удовлетворяют транзисторы с небольшими коэффициентами усиления по току β, поэтому надо транзистор T_2 подобрать с коэффициентом усиления по току 10—30.

Транзистор T_1 также должен иметь малый сквозной ток и все кремниевые транзисторы удовлетворяют этому

условию. Замена же его на германиевый, например П-11, нежелательна. Транзистор T_1 можно использовать также с β, равным 5—20 и более.

Следует учесть, что использование в этой схеме транзисторов с большими коэффициентами усиления не улучшает качеств передатчика, поэтому вполне подойдут транзисторы, не пригодные для использования в карманных приемниках.

Питается передатчик от трех элементов ФБС, потребляемый ток 15—20 *ма*.

Правильно собранный передатчик при использовании транзисторов с указанными выше параметрами, как правило, не требует налаживания. В тех же случаях, когда используются транзисторы с другими данными, необходимо подобрать емкость конденсатора C_1 и величину сопротивления R_1 до получения желаемого тона модуляции и максимальной отдачи в антенну.

Дроссель $Др_1$ имеет следующие данные: каркас взят от унифицированной катушки гетеродина длинных волн. Обмотка состоит из трех секций по 100 витков провода ПЭЛ 0,1. Можно использовать и любую другую катушку подходящих размеров.

Передатчик смонтирован в коробке, спаянной из латуни толщиной 0,5 *мм*. Расположение деталей и устройство футляра видно из рис. 3. Для более удобного размещения батарей делается специальный отсек.

Выключатель питания для удобства пользования выведен наружу в виде кнопки с фиксатором, однако необходимо предусмотреть возможность замыкать его внутри футляра на случай, если «лисой» будет один из зрителей. В данной конструкции это осуществляется

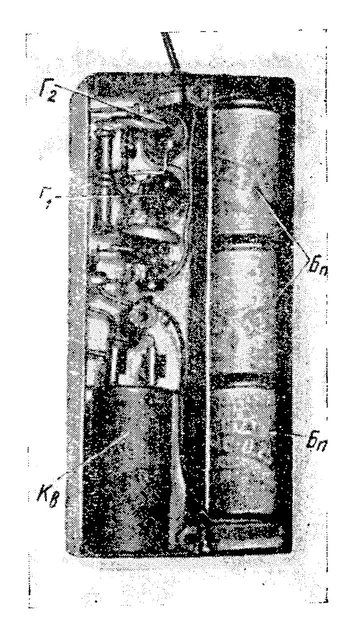


Рис. 3

пружинным кольцом, которое может надеваться на оба контакта выключателя и плотно прижимать их друг к другу.

Кроме своего прямого назначения, описанный передатчик в сочетании со всеволновым приемником может быть использован для проверки работоспособности и определения собственной частоты кварцев. Для этого на место кварца передатчика вставляется испытываемый, и на приемнике находится его частота генерации. Таким методом можно проверять кварцы с собственными частотами от 50 *кгц* до 15 *Мгц* без каких-либо переделок в схеме.

В тех случаях, когда для изготовления передатчика не удается найти кварц нужной частоты, можно использовать схему без кварца. Однако тогда необходимо уделить особое внимание стабильности работы передатчика, так как в этом случае действует много дестабилизирующих факторов: влияние температуры, напряжения источников питания, незначительных деформаций футляра при эксплуатации и, самое главное, влияние антенны. В стационарном передатчике, когда антенна не меняет своего местоположения, ее влияние можно учесть при настройке передатчика. В данном же случае антенна может испытывать различные деформации, может находиться по соседству с различными предметами, а также в разных положениях по отношению к земле. При этом ее параметры могут изменяться в несколько раз. Понятно, что все эти причины будут вызывать изменение частоты передатчика.

Для повышения стабильности работы могут применяться различные методы, например, включение на выходе каскада усиления, слабая связь с антенной и использование широкополосной модуляции в передатчике.

Первый метод малоэффективен, так как транзисторы обычно плохо работают в каскадах усиления мощности ВЧ. Кроме того, значительно усложняется схема, при этом стабильность частоты все-таки остается довольно низкой из-за больших проходных емкостей транзисторов.

Второй способ также не дает желаемого эффекта — при слабой связи с антенной значительно уменьшается излучаемая мощность.

Наибольший эффект получается при комбинированном использовании второго и третьего способов.

Если передатчик занимает полосу, которая в несколько раз больше полосы пропускания приемника, последний не придется перестраивать даже при значительном уходе частоты передатчика.

Широкую полосу частот передатчика проще всего получить применением импульсной и амплитудно-частотной модуляции или комбинацией и того и другого способа.

Следует указать, что такой широкополосной модуляцией ни в коем случае не следует пользоваться в более совершенных конструкциях, так как это ведет к большим помехам. В рассматриваемом случае она оправдывается только малым радиусом действия передатчика и стремлением максимально упростить его схему.

На рис. 4 приведена схема передатчика на диапазон 144—146 *Мгц*. Генератор собран по обычной трехточеч-

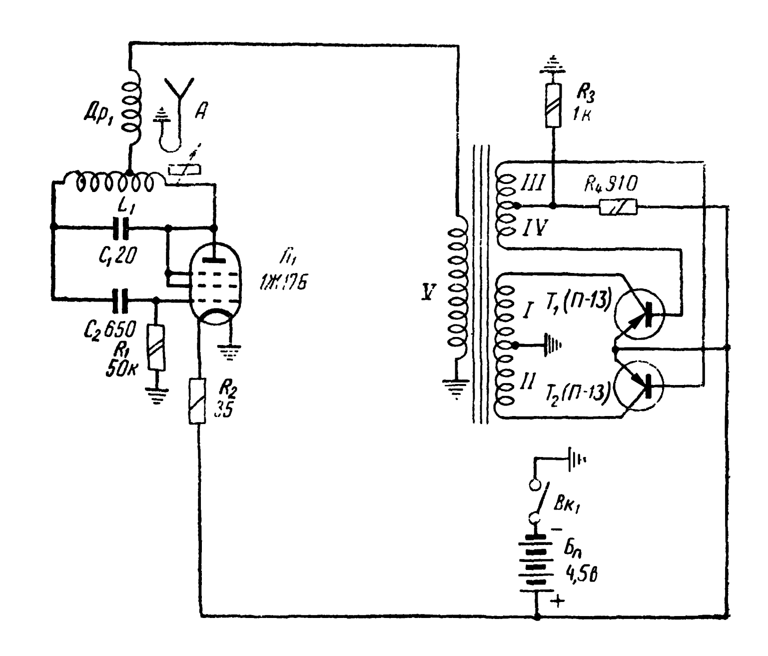


Рис. 4.

ной схеме, частота колебаний определяется параметрами контура L_1C_1. Для получения достаточной стабильности работы приняты следующие меры: емкость контура C_1 взята довольно большой, связь с антенной выбрана достаточно слабой и, наконец, применена схема импульсной модуляции. Последняя осуществляется путем питания анодной цепи генератора непосредственно переменным напряжением прямоугольной формы, снимаемым с преобразователя, частота которого равна 100 *гц*. Генератор будет работать только при положительном полупериоде напряжения на аноде. Частота модуляции будет равной частоте, на которой работает преобразователь.

Работа с этим передатчиком показала, что его стабильность достаточно высока. Например, «охотнику» не приходится перестраивать свой приемник даже в том случае, если оператор «лисы» возьмется рукой за антенну.

Данные деталей в генераторе следующие: катушка L_1 намотана на каркасе из высокочастотной керамики диаметром 8 *мм*. Каркас внутри имеет резьбу, по которой может перемещаться латунный сердечник для подстройки. Намотка производится посеребренным проводом диаметром 1 *мм* с шагом 0,5 *мм* и состоит из шести витков с отводом от второго витка (считая от анодного конца катушки). Катушка связи с антенной размещена на том же каркасе и состоит из 0,75 витка такого же провода.

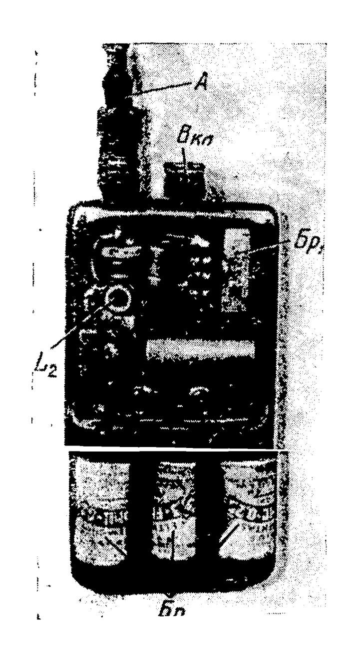


Рис. 5

Дроссель $Др_1$ можно намотать на каркасе от сопротивления ВС 0,25 *вт*. Проводящий слой необходимо удалить с каркаса. Обмотка дросселя состоит из 30 витков провода ПЭЛ 0,2.

Антенну к передатчику можно изготовить из стандартной антенны Куликова,

использовав ее более тонкую верхнюю часть. Длина антенны около 50 *см*.

Трансформатор Tp_1 преобразователя наматывается на сердечнике Ш-6, толщина набора 6 *мм*. Сердечник состоит из железных и пермаллоевых пластин, чередующихся между собой.

Обмотки *I* и *II* содержат каждая по 50 витков провода ПЭЛ 0,15; обмотки *III* и *IV* имеют по 25 витков провода ПЭЛ 0,1. Повышающая обмотка *V* состоит из 2 000 витков провода ПЭЛ 0,07.

Режим работы преобразователя, собранного на транзисторах T_1 и T_2, подбирается с помощью сопротивлений R_3 и R_4.

Питается передатчик от трех элементов ФБС ($Б_п$), потребляемый ток 130 *ма*.

Передатчик размещен в металлическом футляре. Антенна для удобства пользования делается съемной. Выключатель питания выполнен в форме завинчивающейся кнопки, выведенной наружу футляра.

Для размещения сухих батарей сделаны специальные отсеки.

Общий вид передатчика со снятой верхней крышкой приведен на рис. 5.

ПРОСТОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР

В. Жаренов, С. Фадеев

В последнее время ультразвук находит применение в самых различных отраслях народного хозяйства.

Опыт показал, что во многих случаях без ультразвука просто невозможно решить ту или иную техническую задачу. Например, изготовление отверстий любой конфигурации в хрупких материалах, обработка особо прочных кристаллических поверхностей, чистка теплообменников и котлов от накипи и пр.

Приводимая схема ультразвукового генератора используется для очистки теплообменников от накипи. Для многих типов теплообменников со средним объемом охлаждающей среды оказалось вполне достаточным и целесообразным применение ультразвуковых установок средней мощности (100—200 *вт*).

Принцип очистки теплообменника предельно прост.

В охлаждающую среду помещается ультразвуковой вибратор с мембраной. Место расположения его не играет существенной роли, но желательно помещать его там, где температура среды наиболее высокая, так как в этом месте осадок будет наибольшим.

Этот осадок и образует слой накипи. В теплообменниках, работающих круглосуточно, в течение трех месяцев образуется слой накипи толщиной около 10 *мм,* закупоривая почти полностью отверстия трубок теплообменника. Этот слой настолько прочен, что приходится применять сверление для его скалывания. Понятно, что такой метод чистки трубок теплообменников очень трудоемок, требует много времени (до 5 дней на теплообменник) и значительно сокращает срок службы теплообменника. Если же пропустить через охлаждающую среду ультразвуковые колебания, то частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, не выпадут. Вследст-

вие этого образование накипи значительно уменьшается. Опыт показал, что с течением времени разрушается и старая накипь. Но этот процесс происходит медленно. Поэтому необходимо перед первым включением ультразвуковой установки старую накипь по возможности удалить.

Отечественной промышленностью выпускаются ультразвуковые генераторы различных мощностей (от десятков ватт до десятков киловатт). Эти генераторы, как правило, довольно сложны.

Предлагаемая схема ультразвукового генератора принципиально отлична от других схем генераторов такой же мощности (рис. 1). Она проста по конструкции и имеет высокий к. п. д.

Особенностью генератора является отсутствие выпрямителя. Собран генератор по схеме самовозбуждения на двух лампах ГУ-50 с общей нагрузкой.

После включения питания на анодах ламп генератора появится переменное напряжение противоположных знаков. Допустим, что в какой-то момент на лампе $Л_1$ будет положительное напряжение, а на аноде лампы $Л_2$ — отрицательное. Лампа $Л_1$ будет открыта и в контуре $L_1C_6C_7$ возникнут незатухающие колебания с частотой настройки контура. В следующий полупериод переменного напряжения, поступающего с обмотки *II*

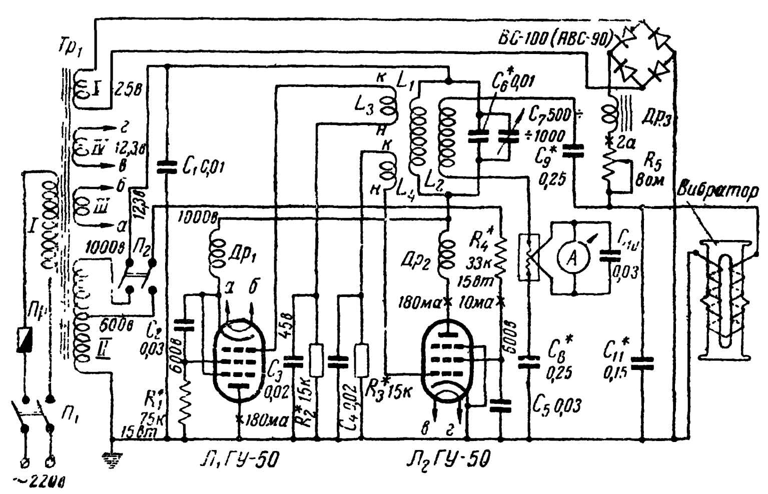


Рис. 1

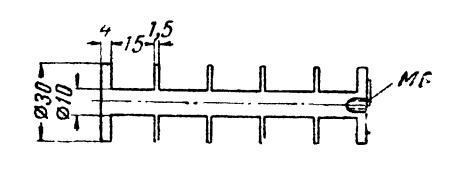


Рис. 2

силового трансформатора Tp_1, лампа $Л_1$ закроется и колебания в контуре будут поддерживаться за счет анодного тока лампы $Л_2$, которая будет открыта весь второй полупериод. Лампы генератора работают попеременно с частотой 50 *гц* каждая и поэтому в контуре $L_1C_6C_7$ колебания ультразвуковой частоты будут модулированы частотой 100 *гц*. Благодаря тому, что каждый полупериод одна из ламп не работает, генератор можно использовать в форсированном режиме и при этом мощность рассеяния на аноде не будет превышать допустимую. При таком использовании ламп генератор отдает мощность порядка 150 *вт* при к.п.д. до 50%.

Силовой трансформатор собран на Ш-образном сердечнике сечением 22 $см^2$. Первичная обмотка содержит 450 витков провода ПЭЛ 1,16. Повышающая обмотка *II* содержит 2 400 витков с отводом от середины. Обмотка выполнена проводом ПЭЛ 0,41. Обмотки *а, б* и *в, г* — накальные, для ламп ГУ-50, содержат по 25 витков провода ПЭЛ-1 диаметром 1,16 *мм*.

Эти обмотки хорошо изолируются лакотканью друг от друга и от других обмоток, так как одна из этих обмоток питает накал лампы с большим потенциалом катода по отношению к шасси.

Обмотка V наматывается проводом ПШД диаметром 2,44 *мм* и используется для подмагничивания вибратора. Число витков обмотки — 50.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ — одинаковые, намотаны на эбонитовых секционированных каркасах без сердечника (рис. 2). При диаметре каркаса 8—10 *мм* необходимо намотать около 500 витков провода диаметром 0,64 *мм* в шелковой изоляции.

Дроссель $Др_3$ препятствует проникновению токов ультразвуковой частоты в источники питания. Собран на Ш-образном сердечнике сечением 5 $см^2$, провод ПШД — 1,6 *мм* (до заполнения). Зазор в сердечнике — 0,2 *мм*.

Катушка L_1 колебательного контура наматывается на ребристом каркасе диаметром 8 *см* (рис. 3). Первичная обмотка содержит 500 витков провода ПЭЛ 0,55. По бокам первичной обмотки через воздушный промежуток укладываются обмотки L_3 и L_4 обратной связи, которые содержат по 250 витков провода ПЭЛ 0,27. За счет такого довольно большого количества витков образуется глубокая положительная обратная связь. Благодаря этому создается перенапряженный режим лампы по экранной сетке и достигается максимально возможный коэффициент усиления по мощности.

Если обмотки связи сделать с отводом, то, подбирая связь в процессе регулировки, можно установить такой режим, при котором будет максимальный к.п.д. при максимальной полезной мощности.

Обмотка L_2 намотана сверху первичной, изолирована от нее электрокартоном и имеет несколько отводов. Провод ПШД 1,6 *мм*. Количество витков — 50.

Отводы делаются от середины и затем через каждые 2—3 витка до конца. Очень удобно наматывать шесть отдельных обмоток с количеством витков соответственно 1, 2, 4, 8, 16 и 32.

Комбинируя последовательно включение этих обмоток, можно получить любое количество витков от 1 до 63 через каждый один виток. Подбор витков производится один раз для каждого нового вибратара.

Величины конденсаторов C_6, C_7, C_8, C_9 и C_{11} следует подобрать в процессе настройки ультразвукового генератора.

Конденсатор C_7 переменной емкости, с большим расстоянием между пластинами, выдерживает 1 200—

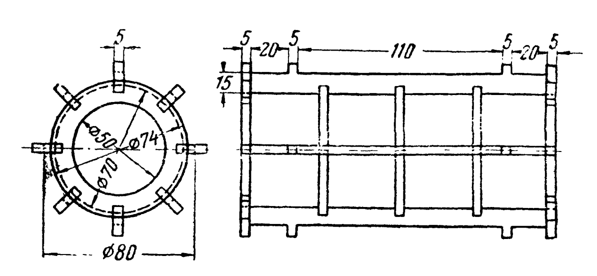


Рис. 3

1 500 *в* пробивного напряжения. Следует отметить, что он не обязателен в том случае, если ультразвуковой генератор предназначен для работы только с одним вибратором.

Потенциометр R_5 изготавливается из нихромовой (или другой высокоомной) проволоки диаметром не менее 1,5 *мм*, так как ток подмагничивания может достигать 4 *а*.

Выпрямитель подмагничивания собран по мостовой схеме на селеновых шайбах диаметром 100 *мм*, по две шайбы в плече параллельно.

Вследствие несколько необычного включения ламп и питания экранной сетки $Л_1$ необходимо, чтобы высокое напряжение включалось после прогрева ламп (в течение 15 сек.), иначе последние могут выйти из строя.

Для этого переключатель $П_1$ служит для включения накала ламп и подмагничивания вибратора, а для включения высокого напряжения — пакетный переключатель $П_2$, выдерживающий напряжение 1 200—1 500 *в*

Магнитострикционный вибратор набирают из никелевых пластин специальной формы толщиной 0,1—0,3 *мм*. Для этой цели можно использовать выпускаемые отечественной промышленностью вибраторы эхолота.

Каждую пластину вырезают в соответствии с требуемыми размерами и укладывают так, чтобы через одну-две пластины крепежные «усики» были направлены в разные стороны. Затем пластины опрессовывают в струбцине или под прессом и накладывают по концам бандажи из проволоки. Полезно перед опрессовкой проклеить торцы клеем БФ-2. Под бандажи подкладывают несколько слоев изолирующего материала.

Обмотка вибратора наматывается проводом с водонепроницаемой полихлорвиниловой изоляцией. Витки — до заполнения. Схема намотки указана на общем чертеже (см. рис. 1).

Вибратор помещается в специальный патрубок и закрывается упругой мембраной. Мембрана применяется для ослабления разрушающего действия кавитации. С обратной стороны под вибратор подкладывают губчатую резину (рис. 4).

Основная сложность заключается в способе питания экранных сеток ламп. Выбранный способ наиболее рационален, хотя и является все-таки слабым местом схе-

мы. Дело в том, что во время работы ламп $Л_2$ ток с частотой заполнения импульсов поступает через блюкировочный конденсатор C_2 в цепь экранной сетки $Л_1$. Сопротивления R_1 и R_4 следует подобрать так, чтобы ток экранирующих сеток обеих ламп не превышал 10 *ма*.

Контур генератора настраивается точно на механический резонанс магнитострикционного вибратора. Первичную настройку производят, поместив вибратор в

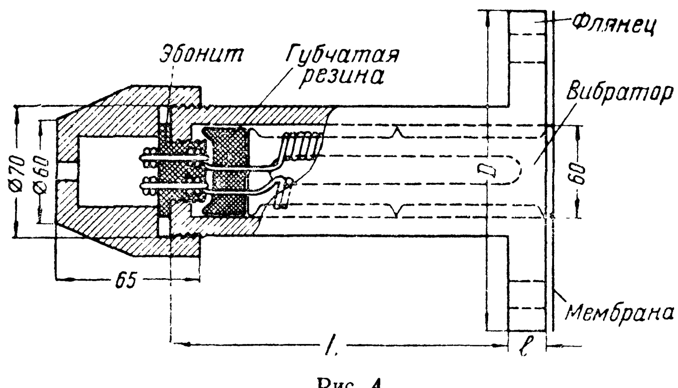


Рис. 4

стеклянную ванну с водой. Магнитострикционный эффект выражается в появлении на отшлифованной поверхности вибратора столбика мельчайших пузырьков, а поверхность воды над ним несколько приподнимается.

Настройка производится по максимуму столба водяных пузырьков на поверхности вибратора. Кроме того, с помощью конденсаторов C_8, C_9 и C_{11} обмотка вибратора настраивается в резонанс с колебаниями ультразвуковой частоты.

При согласовании нагрузки с выходом, т. е. при подборе витков вторичной обмотки, может измениться и настройка вибратора на электрический резонанс.

Этот эффект следует учитывать, так как может появиться ложное представление о согласованности нагрузки. Подбор нагрузки и подстройку следует проводить несколько раз. Хорошую помощь в этом оказывает амперметр, включенный в цепь вибратора (А). Максимальная мощность в вибраторе будет при максимальном токе и соответствующей частоте вибратора.

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРОСОВ

В. Белый, М. Трейгер

Контроль состояния шахтных подъемных тросов обычно производится визуально. Согласно правил безопасности одной из причин для замены троса может служить появление 5% оборванных проволок на одном шаге свивки. Помимо того, что визуальное определение числа оборванных проволок весьма несовершенно, при таком способе нельзя учесть порывы внутренних проволок. Да и порывы внешних проволок не всегда могут быть обнаружены визуально, особенно в тех случаях, если оборванные проволоки не выступают на поверхность троса, что имеет место, например, в тросах с предварительной деформацией прядей.

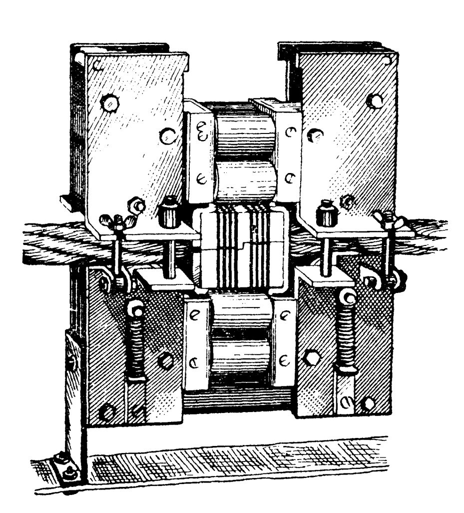


Рис. 1

В Макеевском научно - исследовательском институте по безопасности работ в горной промышленности изготовлен и испытан прибор, позволяющий подсчитать число оборванных проволок по всей длине троса. Кроме этого, прибор имеет устройство, сигнализирующее появление 5% оборванных проволок на одном шаге свивки.

Прибор состоит из индукционного

датчика, усилителя, формирователя импульсов, счетчика импульсов, тиратронного реле и контрольного генератора. Рассмотрим принцип действия всего устройства по элементам.

Индукционный датчик (рис. 1). С помощью постоянных магнитов из сплава альнико-400 создается интенсивное магнитное поле, замыкающееся через испытываемый участок стального троса. Оборванные проволоки создают искривления этого поля в виде полей рассеивания. Вокруг троса размещены так называемые искательные катушки, в которых при перемещении троса полями рассеивания наводятся импульсы э.д.с.

Благодаря дифференциальному включению двух искательных катушек, близко расположенных друг от друга, устраняются наводки, вызванные неоднородностями каната, которые распределены по длине более или менее равномерно.

Для возможности установки на задействованном тросе датчика, последний выполнен разъемным. Искательные катушки также разъемные и намотаны на текстолитовом каркасе. Каждая катушка имеет 150 витков провода ПЭ 0,15.

Для нормальной работы устройства трос должен перемещаться относительно датчика со скоростью не менее 0,3 *м/сек*.

Усилитель. С датчика снимаются импульсы с амплитудой порядка 1 *мв*. Эти импульсы усиливаются с помощью трехкаскадного усилителя. На лампе 6Н2П собран двухкаскадный усилитель напряжения, а на лампе 6П1П — усилитель мощности.

Принципиальная схема измерительного блока, в который входят все элементы прибора, кроме датчика, приведена на рис. 2.

Формирователь импульсов. Для формирования импульсов применен ограничитель-выпрямитель, собранный на двух полупроводниковых диодах $Д_1$, $Д_2$ типа ДГЦ-25 и реле P_1 типа РДГ4. После ограничителя выделяются импульсы только положительной полярности.

С делителя $R_{14}R_{15}$ снимается напряжение, определяющее порог ограничения, благодаря чему выпрямитель начинает работать только тогда, когда амплитуда импульса больше величины ограничивающего напряжения. Это сделано для того, чтобы срезать всевозможные

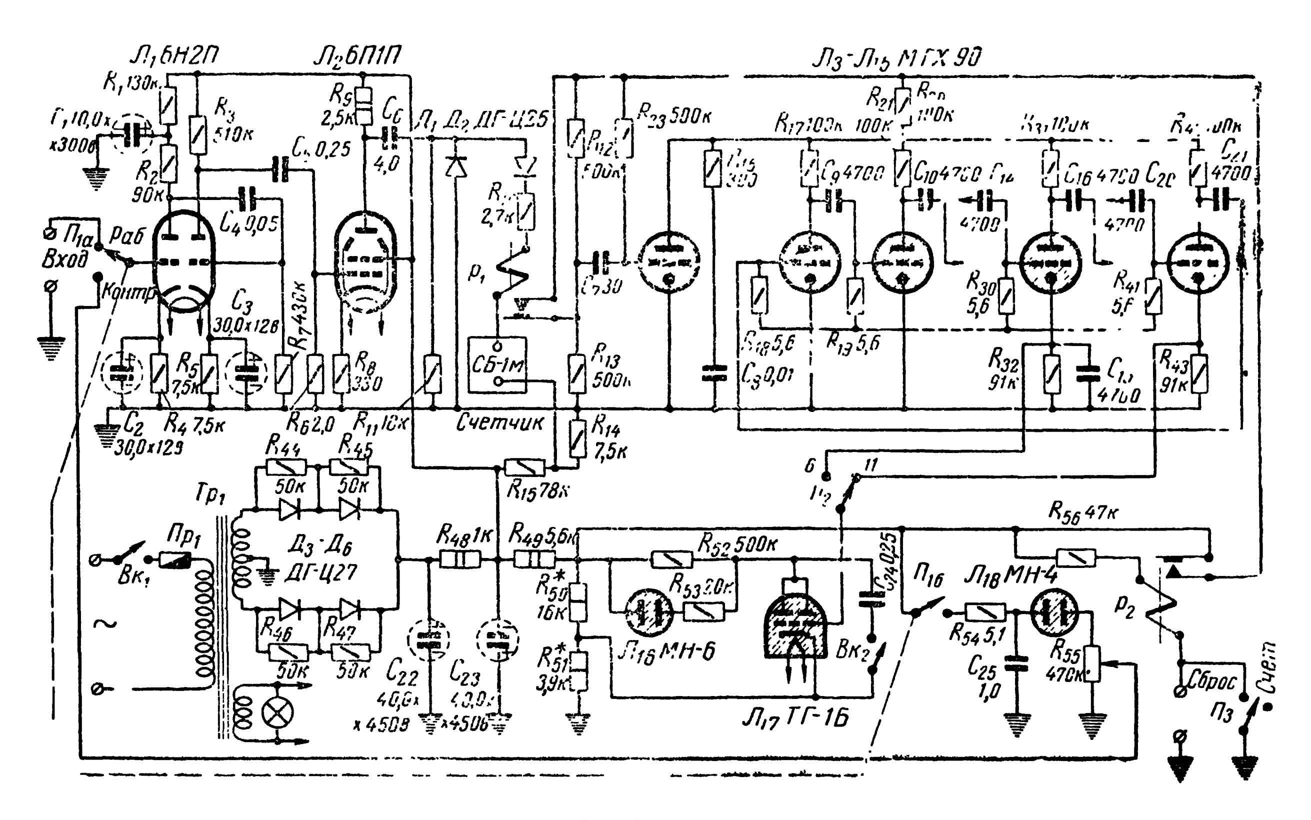


Рис. 2

помехи и выделить импульсы, создаваемые дефектами троса. При прохождении импульсов через обмотку реле P_1 оно срабатывает, замыкая сопротивление делителя $R_{12}R_{13}$, при этом на вход счетного устройства поступает положительный импульс, величина и форма которого не зависят от величины и формы импульсов на выходе усилителя. Последовательно с этим реле включен электромеханический счетчик типа СБ-1м100, который позволяет подсчитать число оборванных проволок по всей длине каната.

Счетчик импульсов. Для автоматического подсчета числа обрывов проволок на шаге свивки каната применена кольцевая счетная схема на лампах с холодным катодом типа МТХ-90. Все лампы МТХ-90, за исключением двух первых, устанавливаются на передней панели прибора и нумеруются по порядку от первой до одиннадцатой. Каждый импульс приводит к зажиганию очередной лампы и гашению предыдущей. Таким образом порядковый номер горящей лампы показывает количество импульсов, поступивших на вход схемы.

Через каждый шаг свивки троса дается сброс, при этом все лампы гаснут и счет начинается опять с первой лампы. Сброс осуществляется за счет разрыва цепи питания ламп МТХ-90 с помощью реле P_2. Управление реле P_2 производится специальной гайкой, скрепленной с датчиком и вращающейся при движении троса, который для нее служит как бы винтом. Такая гайка делает один оборот при прохождении через нее шага свивки троса, при этом происходит одно замыкание цепи реле P_2. Таким образом примененная схема позволяет автоматически подсчитывать число порывов на шаге свивки троса.

Тиратронное реле. Применяющиеся в настоящее время подъемные тросы в большинстве случаев имеют 114 или 222 проволоки, т. е. на шаге свивки соответственно допускается 6 или 11 порывов.

Для сигнализации появления 5% порывов проволок на шаге свивки служит тиратронное реле, собранное на тиратроне ТГ-1Б.

Тиратрон заперт отрицательным напряжением, снимаемым с сопротивления R_{51}. Сетка тиратрона с помощью тумблера T_2 может быть подключена к катоду шестой или одиннадцатой лампы МТХ-90. Зажигание

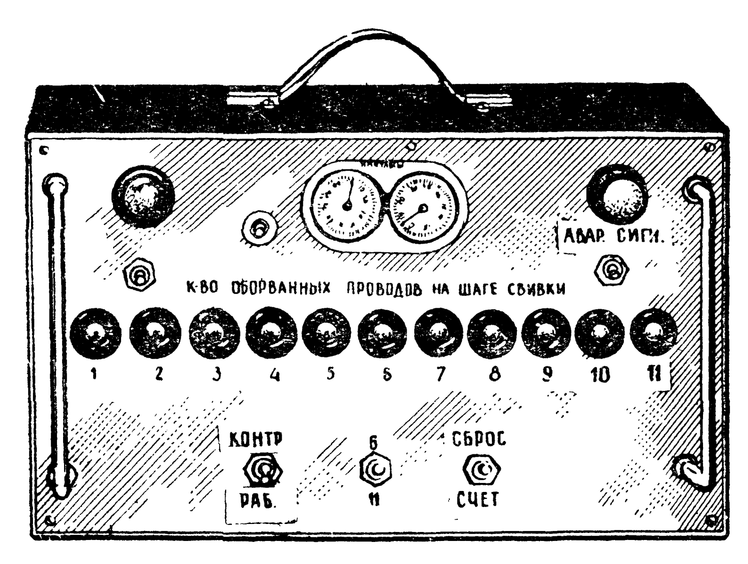


Рис. 3

соответствующей лампы МТХ-90 приводит к появлению положительного напряжения на сопротивлении R_{32} или R_{43} порядка 30 *в*, которое отпирает тиратрон. При этом зажигается неоновая лампочка МН-6, включенная в анодную цепь тиратрона.

Гашение тиратрона может быть осуществлено с помощью тумблера $Вк_2$, замыкающего анод тиратрона на катод через конденсатор C_{24}.

Контрольный генератор. Для проверки исправности всего тракта измерительного блока перед началом испытания троса применен контрольный генератор, собранный на неоновой лампе МН-4.

Частота этого генератора (порядка 1 *гц*) определяется величинами сопротивления R_{54} и конденсатора C_{25}. Включение прибора на контроль осуществляется с помощью сдвоенного тумблера-переключателя $П_1$, который замыкает цепь питания генератора и на вход усилителя подключает выход контрольного генератора вместо датчика.

Величина амплитуды импульсов, подаваемых на вход усилителя от контрольного генератора с помощью потенциометра R_{55}, устанавливается минимально необ-

ходимой для нормальной работы счетной схемы. Поэтому уменьшение коэффициента усиления усилителя будет обнаружено при контроле так же, как и другие возможные неисправности схемы.

Внешний вид прибора приведен на рис. 3.

ЭЛЕКТРОННАЯ ИМПУЛЬСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ И РАЗМАГНИЧИВАНИЯ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Н. Михеев

В процессе эксплуатации и ремонта электроизмерительных приборов, поляризованных реле, головных телефонов, громкоговорителей и многих других приборов возникает необходимость восстанавливать магнитные свойства постоянных магнитов, которые потеряли их в той или иной степени. Существующие установки, используемые для намагничивания постоянных магнитов, имеют большие габариты и вес, потребляют много электроэнергии.

Ниже приводится описание и схема простой установки для намагничивания. Такую установку можно собрать в любой ремонтной мастерской.

Схема импульсной установки для намагничивания и размагничивания постоянных магнитов приведена на рис. 1. На клеммы *1, 2* подается переменный ток любой частоты напряжением 220 *в* или постоянный ток напряжением 300 *в*.

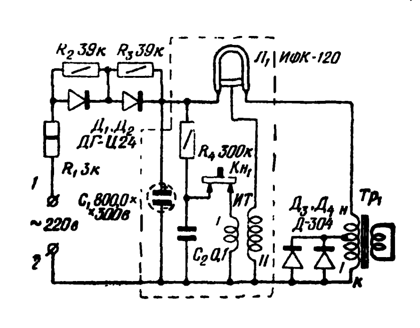


Рис. 1

Через ограничительное сопротивление R_1 и диоды $Д_1$ и $Д_2$ заряжается конденсатор C_1. Одновременно через сопротивление R_4 заряжается конденсатор C_2.

Сопротивления R_2 и R_3, шунтирующие диоды $Д_1$ и $Д_2$, позволяют уравнять напряжение, приложенное к этим диодам в обратном направлении, в результа-

те чего при указанных в схеме напряжениях диоды не выходят из строя.

Ограничительное сопротивление R_1 служит для уменьшения тока заряда конденсатора C_1 до значения максимального выпрямленного тока диодов $Д_1$ и $Д_2$ и предотвращает выход из строя этих диодов.

Конденсатор C_1 подключается через первичную обмотку трансформатора $Тр_1$ к импульсной лампе ИФК-120. Таким образом все напряжение, до которого заряжен конденсатор C_1, оказывается приложенным к к импульсной лампе.

Ток разряда конденсатора проходит через импульсную лампу только в том случае, если к ее электроду зажигания (полоска металлической мастики) подводится высоковольтный импульс напряжения. Этот импульс, подаваемый на поджигающий электрод, снимается со вторичной обмотки импульсного трансформатора ИТ. Таким образом, при замыкании кнопки $Кн_1$ конденсатор C_2 разряжается через первичную обмотку импульсного трансформатора ИТ. Высоковольтный импульс, снимаемый со вторичной обмотки импульсного трансформатора, ионизирует газ внутри импульсной лампы, и через первичную обмотку трансформатора $Тр_1$ проходит мощный импульс тока силой около 1 000 *а*. Вторичная обмотка трансформатора $Тр_1$ выполнена из медной шины. Своеобразный трансформатор тока позволяет получить во вторичной обмотке кратковременный импульс тока очень большой силы. Благодаря очень малому сопротивлению вторичной обмотки в ней проходит импульс тока силой около 15 000 *а* и вокруг вторичной обмотки образуется мощное магнитное поле.

Во вторичной обмотке при прохождении импульса возникает колебательный процесс и, помимо импульса положительной полярности, получается импульс отрицательной полярности, вызывающий небольшое размагничивание магнита. Импульс обратного тока составляет около 10% амплитуды намагничивающего импульса. Чтобы избежать частичного размагничивания, часть первичной обмотки трансформатора $Тр_1$ шунтируется полупроводниковыми диодами $Д_3$ и $Д_4$ (Д-304). Эти диоды позволяют пропустить импульс тока порядка 100 *а* при длительности импульса 500 *мксек*. Длительность и амплитуда размагничивающего импульса не-

сколько больше и поэтому для шунтирования ставится два диода, соединенных параллельно.

В качестве шунтирующих диодов можно использовать триоды П-4. В этом случае выпрямляющим переходом служит участок коллектор — база или эмиттер — база.

Для изготовления импульсной установки необходимо собрать схему выпрямителя и намотать трансформатор $Тр_1$. Можно эти два узла объединить вместе.

Участок схемы, обведенный пунктиром, представляет собой обычную лампу-вспышку, используемую в фотографии. Первичная обмотка трансформатора $Тр_1$ включается в разрыв цепи питания импульсной лампы ИФК-120, а выпрямитель включается вместо батареи.

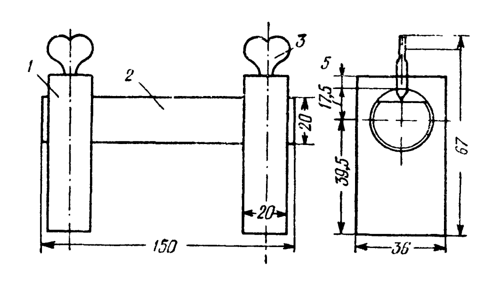


Рис. 2

Трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике Ш-19, набор 31 *мм*. Первичная обмотка содержит 30 витков провода ПЭЛ 0,95. Отвод для подключения диодов сделан от середины обмотки. В случае использования диодов Д-305 отвод первичной обмотки трансформатора делается от 10-го витка. Вторичная обмотка имеет один виток, выполненный из медной шины 4×5 *мм*. Длина витка вторичной обмотки должна быть не больше 26 *см*.

Импульсный трансформатор наматывают на каркасе диаметром 7 *мм* и длиной 20 *мм*. Первичная обмотка имеет 30 витков провода ПЭЛ 0,69, вторичная обмотка — 2 000 витков провода ПЭШО 0,06. Каркас можно выполнить из картона или эбонита.

Для намагничивания плоских магнитов необходимо подключить питание к импульсной установке и нало-

жить виток (вторичную обмотку Tp_1) на магнит, соблюдая полярность, и замкнуть магнит магнитопроводом. После этого следует нажать на кнопку $Кн_1$ и произвести вспышку импульсной лампы. Импульс тока, проходящий по обмотке *II* трансформатора Tp_2, создаст мощное магнитное поле, которое и намагнитит магнит.

С помощью описываемой установки можно производить и размагничивание плоских магнитов. Для этого снимают магнитопровод и поворачивают магнит на 180° относительно его положения при намагничивании. Удаляют виток от магнита на 2—3 *см* и нажимают на кнопку $Кн_1$. При недостаточном размагничивании следует приблизить виток к магниту и снова нажать на кнопку $Кн_1$. Степень размагничивания можно определить по силе притягивания железных предметов.

В случае намагничивания подковообразных магнитов следует расцепить виток (вторичную обмотку) и продеть его в середину подковообразного магнита. К полоскам магнита подсоединить магнитный шунт и нажать на кнопку $Кн_1$.

Размагничивание подковообразных магнитов производится следующим образом: параллельно небольшому участку вторичной обмотки подключают электрический шунт, надевают на последний магнит (изменив полярность полюсов магнита относительно витка) и нажатием кнопки $Кн_1$ производят размагничивание.

Если размагничивание недостаточно, то надо повторить операцию, увеличив длину шунтирующего участка.

При намагничивании и размагничивании магнитов различной формы желательно иметь универсальный магнитный шунт (магнитопровод). Чертеж универсального магнитного шунта приведен на рис. 2.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

В. Морозов

При создании аппаратуры на транзисторах одной из проблем, стоящих перед радиолюбителем, является измерение их параметров. Этому вопросу был посвящен ряд статей в журнале «Радио» (№ 5, 1958 г. и № 8, 1960 г.). Описанные в радиолюбительской литературе способы измерения параметров триодов либо не обеспечивают достаточной точности измерений, либо требуют применения ряда дополнительных приборов, таких как ламповый милливольтметр, звуковой генератор, прецизионные сопротивления и т. п.

Наиболее важными в любительской практике низкочастотными параметрами транзисторов являются: коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером (β), начальный ток коллектора ($I_{ко}$), сквозной ток коллектора ($I_{ск}$) и входное сопротивление транзистора переменному току ($r'_{вх}$) в схеме с общим эмиттером. Измерение этих параметров на звуковой частоте можно осуществить более простыми способами, чем приведенные в упомянутой литературе, причем точность измерений останется вполне достаточной для радиолюбительских целей.

Описываемый прибор предназначен для измерения указанных выше низкочастотных параметров всех отечественных маломощных низкочастотных транзисторов типа *р-п-р* при токах коллектора не выше 6—8 *ма*. Могут быть также измерены низкочастотные параметры диффузионных *р-п-р* транзисторов типов П-401 — П-403. Прибор обеспечивает точность измерения входного сопротивления 20%, ошибка при измерении β не превы-

шает 10%, подбор одинаковых транзисторов, например для двухтактных схем, может быть произведен с точностью 5%.

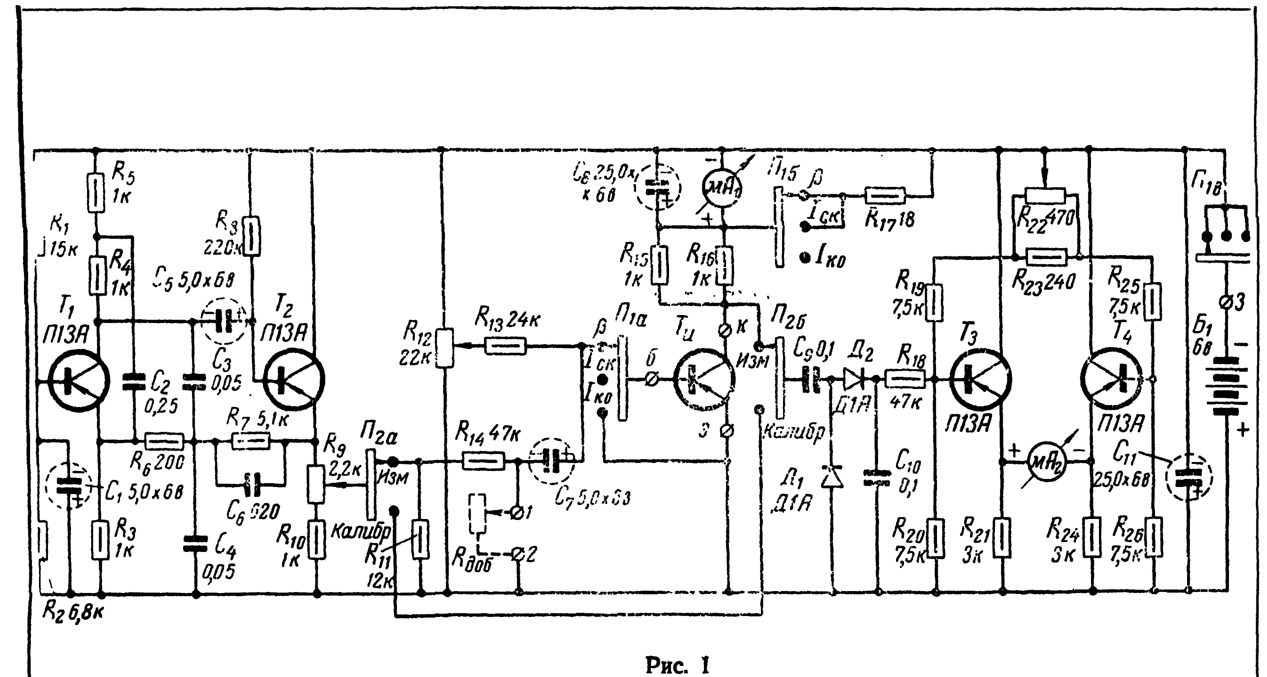
Рассмотрим принцип действия прибора. Измерение начального и сквозного токов коллектора производится, как обычно, при соединении базы с эмиттером и при отсоединенной соответственно базе. Измерение β и $r'_{вх}$ осуществляется следующим образом. На базу испытываемого транзистора $T_и$ подается напряжение звуковой частоты от генератора, собранного на транзисторах T_1 и T_2. Величина переменной составляющей тока базы $T_и$ определяется только сопротивлением R_{14}, так как соединенное последовательно с ним входное сопротивление $T_и$ невелико. Ток коллектора $T_и$ превышает ток базы в β раз, а измерительное сопротивление в цепи коллектора в 100 раз меньше, чем R_{14}. Отсюда ясно, что при усилении $T_и$ по току, равному 100, падение напряжения на R_{15} будет равно напряжению генератора. Напряжение генератора и напряжение на R_{15} измеряются прибором при калибровке и определении β соответственно. Шкала прибора имеет 100 делений. Выходное напряжение генератора с помощью R_9 устанавливается при калибровке так, чтобы стрелка отклонялась точно до конца шкалы. Если теперь, не меняя напряжения генератора, измерить напряжения на R_{15}, то при $\beta = 100$ стрелка также отклонится на всю шкалу, а при $\beta = 50$ — на полшкалы. Следовательно, величину усиления $T_и$ по току можно определить непосредственно по шкале, без каких-либо подсчетов. Достоинством такого метода измерений является то, что не нужно знать точную величину напряжения на R_{15} и напряжения генератора, а важно лишь их отношение. Точность измерения при этом зависит от сопротивлений R_{14}, R_{15} и R_{16}.

После измерения β можно определить входное сопротивление транзистора. Пусть прибор $мА_2$ при измерении β показал 40 делений. Если теперь к клеммам *1* и *2* присоединить какое-либо добавочное сопротивление, то показание $мА_2$ уменьшится, так как часть тока базы ответвится в $R_{доб}$. Подберем $R_{доб}$ так, чтобы показания $мА_2$ уменьшились ровно вдвое. В этом случае входное сопротивление транзистора будет в точности равно $R_{доб}$. Для более точного определения входного

сопротивления в качестве $R_{доб}$ можно применить переменное сопротивление на 3—5 *ком*, установив движок его так, чтобы показания $мA_2$ уменьшились вдвое. Затем величина сопротивления измеряется омметром. Если большой точности при измерении входного сопротивления не требуется, то в качестве $R_{доб}$ можно применить набор из 5—6 постоянных сопротивлений величиной в пределах 800—2 000 *ом*.

Рассмотрим теперь работу отдельных элементов принципиальной схемы прибора (рис. 1). Генератор испытательного напряжения, имеющего частоту 2,5 *кгц*, собран по схеме с общей базой на транзисторе T_1 с избирательным фильтром $R_4R_5C_2C_3C_4$ в цепи обратной связи. Следующий каскад — эмиттерный повторитель, выполненный на триоде T_2, служит для уменьшения влияния нагрузки на частоту и амплитуду генератора. Напряжение звуковой частоты, снимаемое с движка потенциометра R_9, подается на базу измеряемого транзистора через цепь $R_{14}C_7$ (в положении $П_2$ «Измерение»), либо непосредственно на измерительную схему (в положении $П_2$ «Калибровка»). Выводы испытываемого транзистора присоединяются к клеммам *к, б, э* соответственно. При этом транзистор оказывается включенным по схеме с общим эмиттером.

При измерении начального тока эмиттер и база испытываемого транзистора соединяются вместе с одной из ламелей переключателя $П_1$; при измерении сквозного тока коллектора цепь базы разомкнута. Для измерения β на базу $T_и$ подается регулируемое смещение с R_{12} и переменное напряжение от генератора. Коллекторный ток транзистора регулируется движком сопротивления R_{12}. При измерении коллекторного тока ($П_1$ в положении «β») параллельно прибору $мA_1$ подключается сопротивление шунта R_{17}, выбранное так, чтобы чувствительность прибора составила 6 *ма* на всю шкалу. Переменное напряжение с сопротивлений R_{15} и R_{16} подается на вольтметр с усилителем постоянного тока на транзисторах T_3 и T_4 и детектором на входе. Для повышения стабильности усилитель постоянного тока собран по балансной схеме. Первоначальная балансировка усилителя производится потенциометром установки нуля R_{22}. Подача на вход вольтметра переменного напряжения 0,5 *в эфф*. с частотой 2,5 *кгц* вызывает полное отклонение стрелки



R5 1к
R1 15к
R4 1к
T1 П13А
C5 5,0х6в
R8 220к
T2 П13А
C2 0,25
C3 0,05
R7 5,1к
R6 200
C1 5,0х6в
C6 620
R3 1к
C4 0,05
R9 2,2к
R10 1к
R2 6,8к
П2а
Изм
Калибр
R11 12к
R12 22к
R13 24к
R14 47к
C7 5,0х6в
Rдоб
П1а
β
Iск
Iко
Tи
б
к
э
C8 25,0х6в
мА1
П1б
R15 1к
R16 1к
R17 18
П2б
Изм
Калибр
C9 0,1
Д2
Д1А
Д1 Д1А
C10 0,1
R18 47к
R19 7,5к
R20 7,5к
R21 3к
T3 П13А
R22 470
R23 240
мА2
R24 3к
T4 П13А
R25 7,5к
R26 7,5к
C11 25,0х6в
П1в
Б1 6в

Рис. 1

индикатора — прибора $мA_2$. Точная подгонка чувствительности к указанной величине не требуется, однако допустимая разница не должна превышать $\pm 20\%$. Если чувствительность получится значительно меньше, то в качестве T_3 и T_4 следует применить транзисторы с большим значением β. Выходное напряжение генератора имеет большой запас, что позволяет работать при чувствительности вольтметра до 0,75 *в* на всю шкалу, однако при этом точность измерений несколько уменьшит-

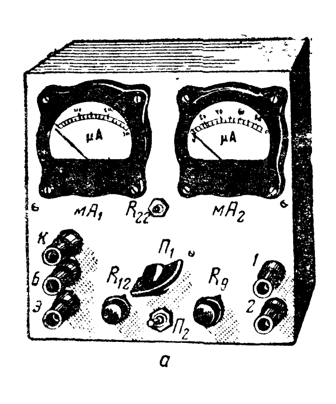


Рис. 2а

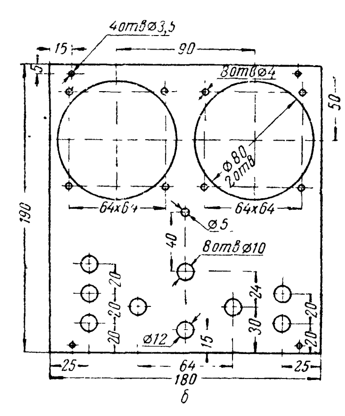


Рис. 2б

ся из-за влияния нелинейности входного сопротивления испытываемого транзистора.

Все органы управления (рис. 2), входные зажимы, измерительные приборы, а также клеммы *1* и *2* смонтированы на алюминиевой панели толщиной 3—3,5 *мм*. Не следует изготавливать панель из стали, так как это может повлиять на точность показаний приборов.

Прибор $мA_1$ размещается с левой стороны панели, $мA_2$ — с правой. В центре панели имеется отверстие для потенциометра установки нуля R_{22}, под ним — отверстие для переключателя $П_1$, ниже — для $П_2$. Потенциометр R_{12} установлен у клемм для подключения транзистора $T_и$, а потенциометр R_9 — у клемм *1* и *2*. Большинство конденсаторов и сопротивлений, транзисторы T_1—T_4, а также источник питания—четыре элемента 1,6-ФМЦ-У-3,2 («Сатурн») смонтированы на плате из гетинакса толщиной 3 *мм* (рис. 3), в которой расклепаны монтажные ле-

пестки. Сопротивления R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17} и конденсатор C_7 закреплены под платой непосредственно на клеммах и выводах переключателей. Транзисторы T_3 и T_4 монтируются с левой стороны платы, T_1 и T_2 — с правой. Плата крепится к клеммам приборов $мA_1$ и $мA_2$; для этого в верхней ее части просверлены четыре отверстия диаметром 4,5 *мм*. Батареи закреплены в нижней части платы с помощью хомутика. Прибор помещен в кожух из листовой стали или алюминия толщиной 1,5 *мм*, с внешними размерами 190×180×75 *мм*. К боковым стенкам кожуха приклепаны четыре угольника, предназначенные для крепления панели. Все детали, примененные в приборе, стандартные. Прибор $мA_1$ взят типа М49 чувствительностью 300 *мка*, $мA_2$ — типа М494 чувствительностью 100 *мка*. Одноплатный переключатель $П_1$ переделывается из стандартного переключателя на три положения. Фиксатор его сдвигается так, чтобы стало возможным устанавливать переключатель в четвертое положение. При этом все три контактных ламели не будут соединены с соответствующими лепестками, что соответствует выключенному состоянию прибора, так как минусовой зажим источника питания, соединенный с лепестком *3*, окажется отключенным от минусового провода в приборе. Если переделка переключателя невозможна, то третья секция не используется, а для разрыва цепи питания можно применить отдельный тумблер. Возможно также применить обычный переключатель на четыре положения, но в этом случае потребуются две платы. В качестве переключателя $П_2$ применен тумблер ТП1—2, позволяющий переключать две независимые цепи на два положения. Транзисторы T_1, T_3, T_4 взяты типа П13А с $\beta = 40—60$, T_2—с $\beta = 60—90$, конденсаторы

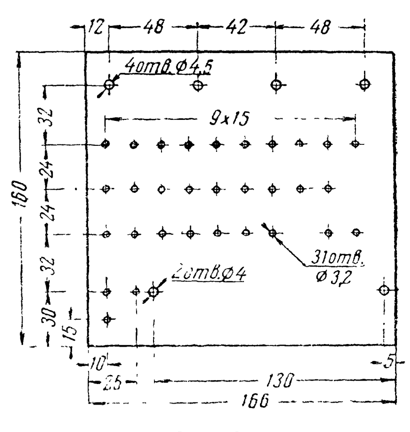


Рис. 3

типов ЭМ и МБМ, сопротивления типа МЛТ. Сопротивление R_{22} взято типа СПО, а R_9 — типа СП. Вид на монтаж прибора приведен на рис. 4.

Налаживание прибора должно быть тщательным, так как от него в большой степени зависит точность измерений. Начинать налаживание следует с подбора сопротивления шунта R_{17} к прибору $мA_1$. Для этого устанавливают переключатель $П_1$ в положение измерения β и подключают батареи питания. Прибор $мA_1$ шунтируют сопротивлением 33 *ом*. Затем между клеммами *э* и *к* подключается переменное сопротивление на 1—1,5 *ком*, соединенное последовательно с любым миллиамперметром на 10—15 *ма*. Поворотом движка переменного сопротивления добиваются, чтобы в цепи тек ток, равный

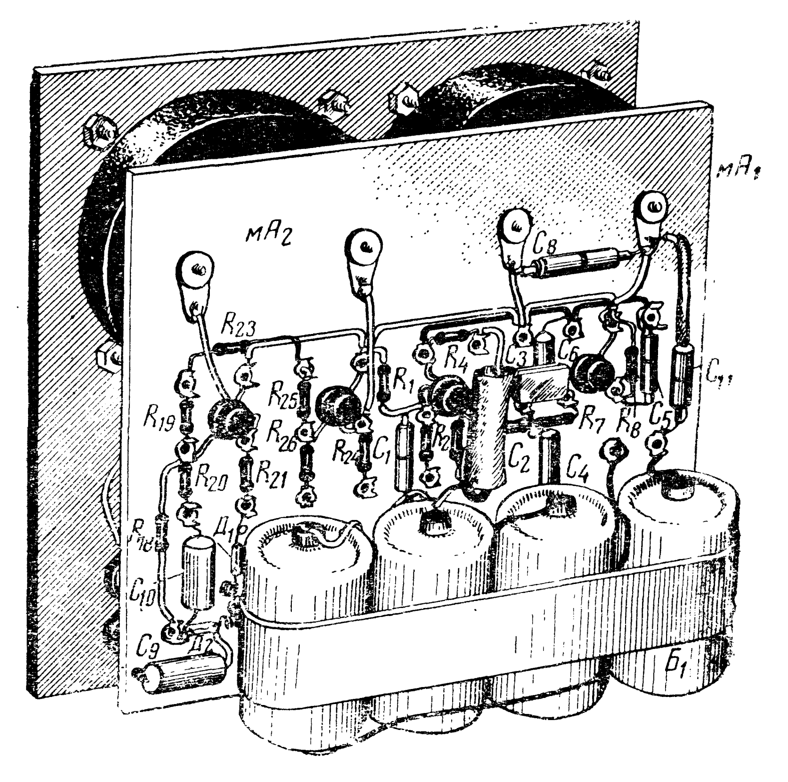


Рис. 4

нужному пределу измерения $мA_1$ (не менее 6—10 *ма*). Измерять этот ток следует по шкале дополнительного миллиамперметра. После этого подключают параллельно сопротивлению шунта сопротивление такой величины, чтобы стрелка прибора $мA_1$ отклонилась точно до крайнего деления шкалы. Для получения верхнего предела измерений (6 *ма*) дополнительное сопротивление лежит обычно в пределах 27—36 *ом*. Окончательная величина сопротивления шунта R_{17} может несколько отличаться от указанной на принципиальной схеме из-за разброса сопротивления рамки у различных экземпляров приборов. После подбора шунта к зажимам прибора подключают какой-либо транзистор, оставляя переключатель $П_1$ в положении измерения β. При изменении величины сопротивления R_{12} стрелка прибора $мA_1$ должна устанавливаться на любом делении шкалы. Затем, отключив измеряемый транзистор, переходят к налаживанию вольтметра. Все последующие операции упрощаются в том случае, если транзисторы T_3 и T_4 имеют рекомендованное значение β. При установке $П_2$ в положение «Измерение» стрелка прибора $мA_2$ может оказаться не на нуле. Если вращение потенциометра R_{22} не помогает, то следует установить его в среднее положение и, подключая добавочное сопротивление величиной 20—50 *ком* параллельно R_{25} или R_{26}, добиться установки $мA_2$ на нуль. Генератор звуковой частоты налаживания, как правило, не требует. При наличии осциллографа последний подключается к выходу генератора, и сопротивления R_1, R_8 подбираются так, чтобы при наибольшей амплитуде выходного сигнала наблюдались наименьшие искажения формы выходного напряжения. Признаком исправности генератора является отклонение стрелки $мA_2$ при переводе $П_2$ в положение «Калибровка». Калибровку производят, устанавливая стрелку $мA_2$ на крайнее деление шкалы с помощью регулировки сопротивления R_9.

Для повышения точности измерений и длительной работы без подстройки важно, чтобы температурная и временная стабильность установки нуля была достаточно велика, т. е. чтобы температурный уход напряжений на R_{21} и R_{24} был бы одинаков и происходил в одну сторону. Тогда при прогреве или охлаждении прибора уход нуля не будет иметь места. Обычно для этой цели ре-

комендуется транзисторы балансных каскадов подбирать так, чтобы их температурные характеристики были одинаковы. Такой подбор сложен, а при малом числе триодов невыполним. На самом деле для стабильности нуля требуется одинаковость температурных характеристик не транзисторов T_3 и T_4, а каскадов, в которые они включены. Это дает возможность сбалансировать каскады даже при резко различных параметрах транзисторов. Перед балансировкой следует выяснить, какой из транзисторов имеет больший температурный уход. Если после установки нуля при равномерном подогреве прибора (например, с помощью электрической лампы) стрелка $мA_2$ сдвигается вправо, то худшей стабильностью обладает транзистор T_4. Менее стабильный транзистор следует переключить в правый (по схеме) каскад, на место T_4. После этого сопротивление R_{26} следует уменьшить на 20—25% и подобрать R_{25} так, чтобы установка нуля по-прежнему происходила примерно в среднем положении R_{22}. Как известно, уменьшение сопротивлений смещения R_{25} и утечки R_{26} повышает стабильность каскада, в результате чего уход нуля уменьшается. Если же температурный уход нуля при нагреве сохраняется и происходит в ту же сторону, то сопротивления R_{25} и R_{26} уменьшают еще раз, как было описано выше. Подбор сопротивлений продолжают до тех пор, пока уход нуля не снизится в достаточной мере. Налаженный таким способом прибор не давал заметного ухода нуля в течение 2—3 часов непрерывной работы.

Испытание транзистора начинается с подключения его к клеммам *э, б, к*. Затем переводят $П_1$ в положение измерения $I_{ко}$. При этом одновременно происходит включение прибора и величина тока читается по шкале $мA_1$. При отсчете $I_{ко}$ и $I_{ск}$ показания $мA_2$, положения ручек R_9, R_{12}, R_{22} и $П_2$ не имеют значения. За время измерений удобно произвести операции установки нуля и калибровки, причем они не повлияют на показания $мA_1$. Установка нуля производится ручкой R_{22} в положении $П_2$ — «Измерение». Операция калибровки уже была описана раньше, следует только помнить, что нельзя калибровать прибор в положении измерения β. Окончив установку нуля и калибровку, можно перейти к измерению β, для чего после перевода $П_2$ в положение «Измерение», а $П_1$ — в положение измерения β, устанавлива-

ют ручкой R_{12} нужный ток коллектора по шкале $мA_1$ и отсчитывают значение β по шкале $мA_2$. Меняя ток коллектора и наблюдая показания $мA_2$, можно проследить зависимость β от режима транзистора. Для измерения входного сопротивления к клеммам *1* и *2* подключают добавочное сопротивление и подбирают его, как было указано выше. Измерять входное сопротивление и β транзистора лучше всего в том режиме, в котором он будет использоваться, а если это невозможно, то при токе коллектора 3—5 *ма.* При измерении величины β может оказаться, что стрелка $мA_2$ зашкалится. Это означает, что у данного транзистора величина β превышает 100. В этом случае повторяют операцию калибровки, но стрелку $мA_2$ устанавливают на деление 50, а не на 100. Тогда при измерении вся шкала прибора будет соответствовать значению $\beta = 200$. Отсчет производится, как обычно, в положении $П_2$ «Измерение».

При отборе транзисторов следует помнить, что для радиолюбительских целей могут быть использованы транзисторы со значительными отклонениями от номинальных параметров. Так, для предварительных каскадов усилителей НЧ, работающих при токе коллектора 1—2 *ма,* пригодны транзисторы с начальным током коллектора до 30 *мка,* а для оконечных каскадов, где ток коллектора составляет 5—10 *ма,* — до 60 *мка.* Величина сквозного тока может доходить до 0,1 и 0,3 *ма* соответственно. Транзисторы, у которых за время измерения обратный или сквозной токи заметно увеличиваются, применять не рекомендуется. Такие транзисторы обладают повышенными шумами и чаще других выходят из строя. Транзисторы с повышенным до 0,5—1 *ма* значением сквозного тока могут быть применены в тех схемах усилителей, где между базой и эмиттером транзистора включается стабилизирующее сопротивление, лежащее, обычно, в пределах 3—10 *ком.* Чтобы выяснить возможность использования таких транзисторов, при измерении сквозного тока между клеммами *э* и *б* следует подключить сопротивление, равное по величине стабилизирующему. Если при этом показания $мA_1$ уменьшатся до допустимой величины и не будут изменяться, то такой транзистор может быть применен в каскаде со стабилизацией без ущерба для качества.

У некоторых транзисторов наблюдается резкий мак-

симум β при токе коллектора 2—3 *ма,* при дальнейшем же увеличении тока β падает. Такие транзисторы нежелательно применять в оконечных каскадах усилителей, так как они могут вносить повышенные искажения. Наименьшая допустимая величина β составляет 20—25, наиболее желательная — 50—80. В каскадах с трансформаторной связью транзисторы с β = 70—80 дают небольшой выигрыш в усилении по сравнению с транзисторами, имеющими β = 35—40. Следует учитывать, что применение транзисторов с β, превышающим 100, в усилителях без стабилизации не рекомендуется.

Ввиду того, что триоды типа *n-p-n* не нашли пока широкого применения в радиолюбительской практике, измерения их параметров в данном приборе не предусмотрено. Однако, если необходимость в таких измерениях все же возникнет, то потребуется переключение полярности прибора в коллекторе испытываемого триода и полярности самого триода. Эти переключения могут быть осуществлены с помощью двух тумблеров типа ТП1-2, одной платы переключателя на два положения и четыре направления или же простым пересоединением соответствующих проводов. Полярность источника коллекторного питания для триодов *n-p-n* изменяется на обратную, для чего следует присоединить вывод эмиттера испытываемого триода к минусу источника питания, а сопротивления R_{15}—R_{17} и переключатель $П_{1б}$ к плюсу. Затем отрицательный зажим первого прибора присоединяется к коллектору испытываемого триода типа *n-p-n*, а положительный зажим — к плюсу источника питания. Следует помнить, что все остальные соединения в звуковом генераторе и вольтметре не изменяются. Схема переключения показана на рис. 5, причем в качестве переключателя применены два тумблера. На рисунке они пока-

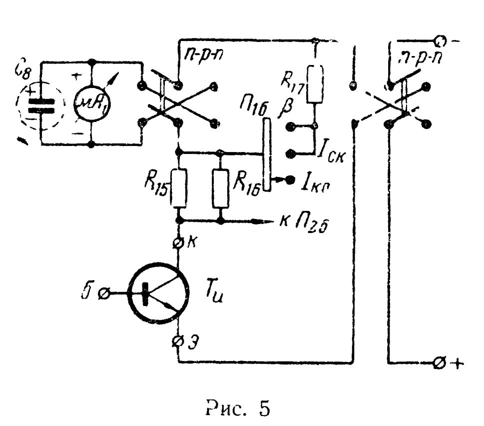


Рис. 5

заны в положении *n-p-n*. Из рис. 5 видно также, что при измерении триодов типа *n-p-n* напряжение входного сигнала от генератора подается не между базой и эмиттером испытываемого триода, как обычно, а между базой и плюсом, к которому теперь присоединен (через R_{15} и прибор) коллектор. Следовательно, напряжение сигнала попадает на эмиттер через внутреннее сопротивление батареи $Б_1$. При разряде батареи ее сопротивление может резко возрасти. В этом случае батарею полезно дополнительно зашунтировать конденсатором емкостью 30—40 *мкф*, иначе возможна ошибка при измерении величин β и $r_{вх}$[1].

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК НА ТРАНЗИСТОРАХ

Ю. Федосов

Фотоэлектрический датчик (рис. 1) состоит из двух транзисторов (фототранзистора T_1 и усилительного транзистора T_2) и одного сопротивления R_1. В коллекторной цепи транзистора T_2 включена нагрузка. Фототриод стоит в нижнем плече делителя напряжения, с которого подается смещение на базу усилительного транзистора. В качестве фототранзистора использован обычный плоскостной германиевый транзистор типа П16Б со спиленной крышкой. Вместо П16Б можно использовать транзисторы типа П13, П14 и П15.

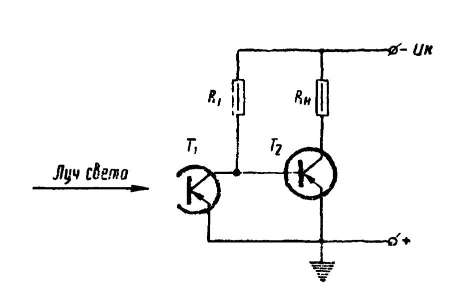


Рис. 1

При отсутствии света сопротивление переходов фототранзистора измеряется десятками килоом, а сопротивление R_1 подобрано так, что триод T_2 нормально открыт. Через нагрузку протекает полный ток. Луч света, попадая на открытые переходы фототранзистора, активизирует их, в результате чего через транзистор T_1 начинает протекать ток. Сопротивление переходов фототранзистора уменьшается до сотен ом. Напряжение

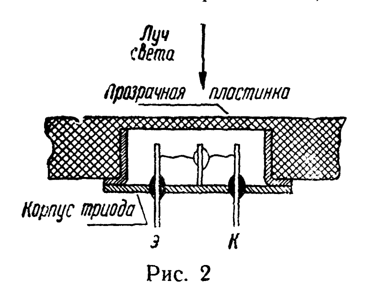


Рис. 2

на базе понижается, транзистор T_2 запирается, и нагрузка оказывается обесточенной.

На рис. 2 показан транзистор со спиленной крышкой и удаленным выводом базы. Корпус транзистора закрывается прозрачным колпачком из органического стекла. Колпачок улучшает равномерность освещения переходов при разных углах падения луча света и предохраняет транзистор от повреждения и пыли. Для лучшей герметичности колпачок следует приклеить к стенкам корпуса или залить воском или парафином.

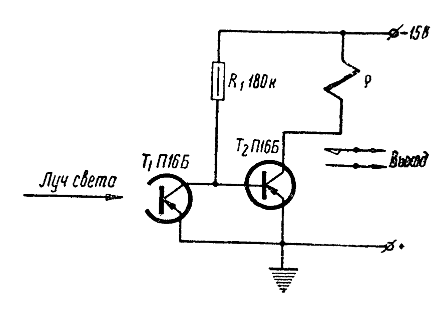


Рис. 3

Фотодатчики такого типа можно применять в различных схемах автоматики, в фотометрических приборах и в качестве термочувствительных безынерционных датчиков в тепловых установках для измерения нагрева поверхностей на некотором расстоянии от них (здесь используется повышенная чувствительность фототранзисторов к инфракрасным лучам спектра).

На рис. 3 приведена схема датчика, работающего с реле типа РП-5. В исходном положении на фототранзистор направлен луч света, и реле обесточено. При появлении на пути луча непрозрачного предмета или отключении света сопротивление фототранзистора повышается, транзистор T_2 открывается и реле срабатывает. Контакты реле включают исполнительный механизм. Датчик нормально работает от лампы мощностью в 60 *вт* на расстоянии в 1 *м*. Транзисторы T_1 и T_2 взяты со средним коэффициентом усиления $\beta = 50—60$. На основе такого датчика выполнен фотоэлектрический

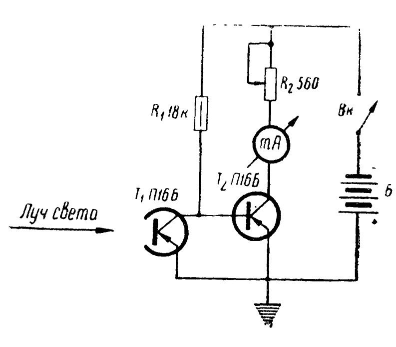


Рис. 4

экспонометр, схема которого приведена на рис. 4.

При отсутствии света через фототранзистор протекает темновой ток, а миллиамперметр в коллекторной цепи транзистора T_2 показывает полное отклонение стрелки. При появлении света стрелка отклоняется меньше, регистрируя ток, соответствующий интенсивности освещения. Сопротивление R_2 служит для установки «нуля» — максимального тока через прибор, меняющегося по мере использования батареи. Миллиамперметр применен с током полного отклонения стрелки в 5 *ма*. Фотоэкспонометр питается от батареи типа КБС-Л-0,5 или от двух-трех батарей типа ФБС-0,25. Максимальный расход питания — 5 *ма*. Шкалу прибора следует отградуировать либо в относительных фотометрических величинах, либо в абсолютных, если есть стандартный источник света.

Градуировка шкалы в относительных единицах производится методом изменения расстояния экспонометра от источника света. Освещенность определяется формулой

$$E=K\frac{1}{l^2},$$

где: K — величина, зависящая от яркости источника света;

l — расстояние поверхности от источника света.

Открытая (без рефлекторов и абажура) лампа накаливания мощностью 100—150 *вт* устанавливается неподвижно. Пластинку фототранзистора закрывают плотным материалом и устанавливают «0». Экспонометр удаляют от лампы на такое расстояние l_1, когда стрелка займет крайнее правое положение. Затем экспонометр приближают к лампе на расстояния

$$l_2=\frac{l_1}{\sqrt{2}};\quad l_3=\frac{l_1}{\sqrt{3}};\quad l_4=\frac{l_1}{\sqrt{4}}$$

и т. д., отмечая при этом на шкале положение стрелки.

Таким образом, на шкале будут отмечены 2-я, 3-я, 4-я выдержки и т. д., которые больше первой соответственно в два, три, четыре раза.

ФОТОЭЛЕКТРОННОЕ РЕЛЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

В. Рощин, Ф. Лайне

Фотореле служат для включения и выключения освещения. Внедрение таких реле дает до 20% экономии электроэнергии, а также освобождает дежурных электромонтеров от обязанностей управления освещением.

Принципиальная схема фотореле приведена на рис. 1. Датчиком служит полупроводниковое фотосопротивление типа ФСК-1, помещенное в выносном тубусе. Его сопротивление изменяется от 30 *Мом* в темноте до 150 *ком* при дневном свете.

Фотосопротивление ФСК-1 включено в анодную цепь лампы $Л_1$. При изменении освещенности резко меняется сопротивление ФСК-1 и, следовательно, меняется и анодный ток лампы. Изменение анодного тока, который проходит по обмотке реле $Р$, заставляет его сработать и включить или выключить освещение. Если осуществляется выключение большого количества осветителей и контакты реле не смогут выдержать значительного тока, к ним, следует подключить магнитный пускатель.

Чувствительность фотореле, т. е. величина освещенности, при которой должно включаться или выключаться освещение, регулируется плавно посредством переменного сопротивления R_1, а также путем подбора величины сопротивления R_2. Для управления освещением помещений берется $R_2=220$ *ком*, для наружного освещения — 2,7—3 *Мом*.

Сопротивление R_3 служит для ограничения тока через фотосопротивление до величины в 1 *ма*. Через сопротивление R_4 подается напряжение на экранную сетку лампы, а сопротивление R_5 служит для искрогашения на контактах реле.

Реле P — это реле типа РКН с сопротивлением обмотки 2 000 *ом*. Обмотка содержит 20 000 витков провода ПЭЛ 0,1.

Силовой трансформатор Tp_1 намотан на сердечнике Ш-20×30 *мм* (от выходного трансформатора приемника «Балтика»). Сетевая обмотка на 220 *в* содержит

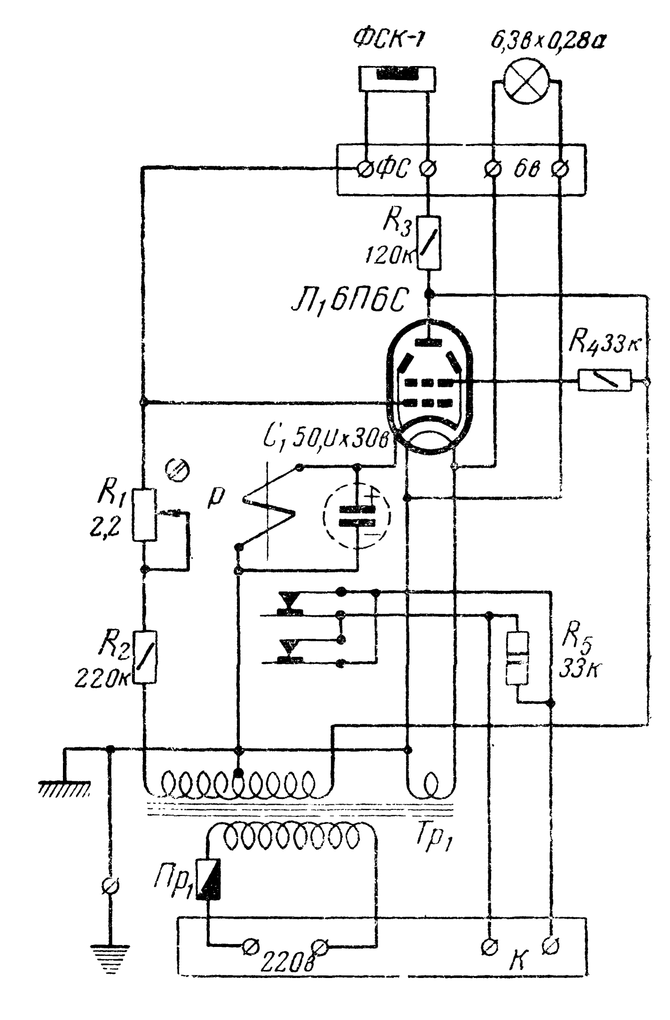


Рис. 1

1 760 витков провода ПЭЛ 0,14. Повышающая обмотка имеет 2×1 735 витков провода ПЭЛ 0,1. Накальная обмотка — 52 витка провода ПЭЛ 0,8.

Фотореле обладает выдержкой времени, предупреждающей его от срабатывания при резких кратковременных изменениях освещенности (например, при попадании тени от самолета или птицы, от блеска молнии и т. п.).

Если фотореле перестает выключать освещение, то это означает, что необходимо сменить вышедшую из строя лампу 6П6С.

Фотореле можно использовать для автоматизации различных устройств. Для этого предусмотрены клеммы для подключения лампочки 6,3 *в*×0,28 *а*, прерывая луч света от которой можно управлять действием реле

Фотоэлектронное реле легко может быть превращено в генератор прямоугольных импульсов очень низкой частоты для управления различными релейными схемами. Для этого достаточно осветительную лампочку включить через контакты реле; этим будет установлена обратная связь между выходом и входом фотореле и оно начнет пульсировать. Частота пульсаций легко регулируется переменным сопротивлением R_1.

Фотосопротивление закрепляется на восьмиштырьковой ламповой панельке и вставляется в тубус, в качестве которого может быть использована пластмассовая кабельная воронка (рис. 2). Тубусы фотосопротивлений устанавливаются на верхней фрамуге окна и направляются вверх, чтобы на них не попадал свет от

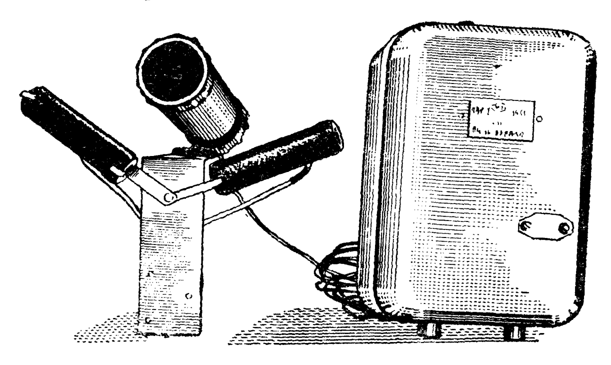


Рис. 2

светильников, которые управляются этим фотореле, или фар автомобилей и других источников света. Для того чтобы исключить ложное срабатывание фотореле при замерзании или запотевании окна, возле тубуса монтируются два остеклованных (проволочных эмалированных) сопротивления, включенных постоянно в сеть 220 *в*. Оконное стекло следует периодически протирать.

В случае, если требуется одновременно управлять освещением территории и освещением помещений, необходимо установить два фотореле и каждое отрегулировать на требуемую освещенность.

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ

К. Шрамков

Существует несколько типов электронных тензометрических усилителей.

Здесь описывается схема тензометрического усилителя постоянного тока на транзисторах для записи на осциллографе динамических деформаций.

Схема такого усилителя проще, работает он более стабильно, потребляет меньше энергии, однако серьезным недостатком является зависимость его параметров от температуры.

В описываемом усилителе предусматривается стабилизация транзисторов с помощью отрицательной и смешанной обратных связей. Применение одной только отрицательной обратной связи дает хорошую стабилизацию рабочей точки, но резко уменьшает коэффициент

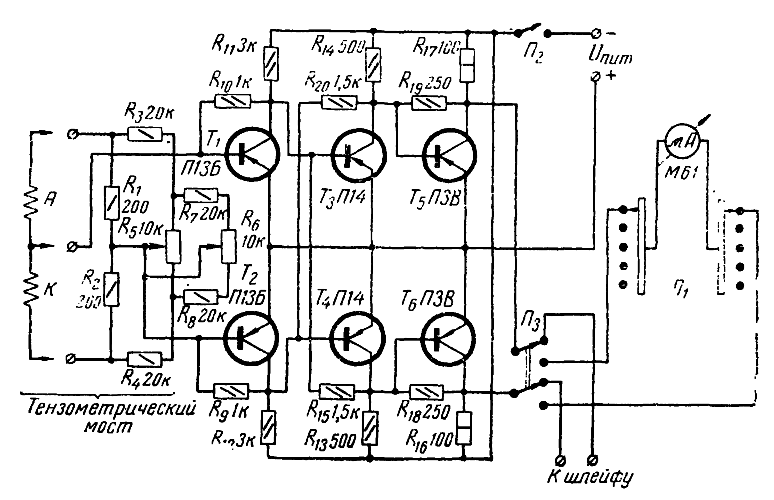


Рис. 1

усиления, поэтому в схему вводится смешанная обратная связь — положительная для рабочего сигнала и отрицательная для всех токов небаланса. Благодаря этому усилитель имеет параметры, необходимые для записи динамических деформаций (стабильный нуль, высокую чувствительность и широкую частотную характеристику).

Отсутствие переходных конденсаторов и трансформаторов во много раз уменьшает размеры и вес усилителя.

Весь усилитель, как это видно из рис. 1, состоит из двух совершенно одинаковых частей (двухканальная схема), каждая из которых собрана на трех транзисторах и является самостоятельным усилителем.

В первом каскаде усиления каждого канала установлен транзистор типа П13Б, база которого подсоединена непосредственно в цепь измерительной диагонали тензометрического моста. Постоянное смещение на базы транзисторов T_1 и T_2 подается с их коллекторов через сопротивления R_9 и R_{10}, что вносит сильную негативную связь.

На базы транзисторов T_3 и T_4, работающих во втором каскаде, напряжения смещения и рабочего сигнала подаются непосредственно с коллекторов первых транзисторов.

В третьем, оконечном, каскаде работают мощные транзисторы П3В, на базу которых напряжения смещения и рабочего сигнала подаются непосредственно с коллекторов транзисторов второго каскада.

Оба канала усилителя включены навстречу друг другу, в связи с чем на базы первых транзисторов попадают одинаковые по величине и разные по знаку рабочие сигналы. Выходной прибор (шлейф осциллографа) подключен между транзисторами П3В и регистрирует ток, вызванный разностью потенциалов на их коллекторах.

При таком встречном соединении и при условии одинаковых параметров обоих каналов усилителя ток на выходе будет зависеть только от тока в измерительной диагонали тензометрического моста, т. е. от рабочего сигнала. Все токи небаланса, возникающие в схеме, будут сбалансированы, так как включены согласованно, и не могут повлиять на выходной ток.

Однако в связи с тем, что характеристики триодов изменяются с изменением температуры, параметры обоих каналов усилителя могут измениться по-разному, что приведет к разбалансу всей схемы и уходу нуля выходного прибора.

Для того чтобы этого не случилось, рабочая точка каждого транзистора стабилизирована обратной связью. Рабочая точка первого транзистора стабилизируется отрицательным смещением на базу, подаваемым с коллектора этого же транзистора.

Вызванная этим потеря усиления компенсируется положительным эффектом смешанной обратной связи, которая подается с коллектора второго транзистора одного канала на базу транзистора T_2 второго канала. Отрицательный же эффект этой обратной связи стабилизирует рабочие точки вторых транзисторов обоих каналов. Выходные транзисторы также охвачены отрицательной обратной связью.

Таким образом, стабилизация рабочих точек всех транзисторов и встречное включение идентичных каналов позволяют получить стабильный усилитель постоянного тока.

Усилитель, собранный по описываемой схеме, имел размеры всего 60×60×160 *мм*, одну ручку управления и весил 250 *г*. Питание усилителя осуществляется одной батарейкой КБС-Л-0,5 от карманного фонаря, которой хватает на 2—3 часа непрерывной работы. При применении трех элементов типа 3С-Л-30 срок службы батареи питания удлиняется до 180 часов.

Кроме батареи питания усилителя, необходимо иметь батарею питания моста, дающую 4,5—6 *в* при тензодатчиках с сопротивлением 100 *ом*. Здесь также может быть применена одна батарейка от карманного фонаря, срок службы которой составит около 5 часов.

Указанные на схеме значения сопротивлений подобраны для ее нормальной работы при напряжении питания от 4 до 7 *в*.

Например, в случае применения батареи из четырех элементов 3С-Л-30, постепенное снижение напряжения до 4 *в* вызовет изменение чувствительности схемы всего лишь на 5%. Так как подобное снижение величины напряжения батареи произойдет только к концу срока ее использования, т. е. через 150—180 часов, то можно

считать, что практически при кратковременных тензометрических измерениях, весь комплекс которых длится обычно не больше 6—8 часов, величина погрешности, вызванная посадкой источника питания, незначительна.

Для получения стабильных показаний усилитель перед работой необходимо прогреть в течение получаса.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ

В. Лапий

Измерение уровня различных веществ в технологических емкостях является одним из наиболее важных условий автоматизации многих производственных процессов. Несмотря на то, что в настоящее время существует большое количество уровнемеров, отличающихся по принципу действия и конструктивному оформлению, во многих случаях автоматизация задерживается из-за отсутствия простых и надежных приборов, пригодных для точного определения уровня с передачей результатов измерений на относительно большие расстояния.

В институте автоматики Госплана УССР разработаны уровнемеры, отличающиеся простотой и надежностью в работе. Пределы измерений уровнемера от 50 *мм* до 10—12 *м*, точность измерений порядка 1 *мм*, максимальная скорость слежения 1600 *мм/мин*. Питание осуществляется от сети переменного тока частотой 50 *гц*, напряжением 127 и 220 *в*. Потребляемая мощность не более 100 *ва*.

В основу одного из этих уровнемеров, названного ДСУ-1, положена зависимость параметров контура высокочастотного генератора от диэлектрических потерь, вносимых в него веществом, уровень которого подлежит измерению. В качестве датчика устройства применена электронная головка с чувствительным элементом.

Принципиальная электрическая схема бесконтактного дистанционного измерителя уровня жидкостей типа ДСУ-1 приведена на рис. 1.

При включении устройства вокруг чувствительного элемента электронной головки, входящей в контур высокочастотного генератора, возникает электромагнитное поле токов высокой частоты. Если жидкость приближается к чувствительному элементу, то изменяется эк-

вивалентное сопротивление контура, а следовательно, и его добротность, что приводит к соответствующему изменению анодного тока высокочастотного генератора. Анодный ток генератора проходит через управляемую обмотку $W_у$ магнитного усилителя и создает в ней магнитный поток, полярность и величина которого зависят от взаимного размещения чувствительного элемента датчика и уровня жидкости в резервуаре.

Для обеспечения переменной полярности выходного сигнала ампервитки обмоток смещения $W_{см}$ магнитного усилителя направлены навстречу ампервиткам обмоток управления $W_у$. Ток обмотки смещения выбран так, что магнитный поток управления при среднем значении анодного тока датчика равен нулю. Для повыше-

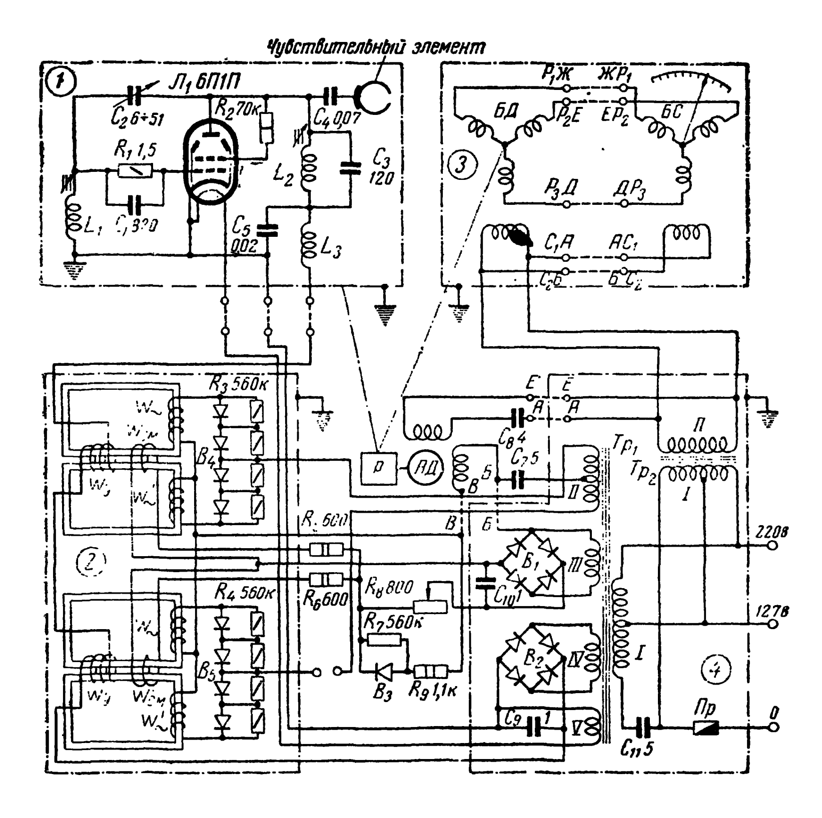


Рис. 1

ния устойчивости системы рабочие обмотки магнитного усилителя $W\sim$ и $W'\sim$ включены по схеме с внутренней положительной обратной связью и применена жесткая отрицательная связь выхода магнитного усилителя с его обмоткой смещения. Питание обмотки управления реверсивного двигателя осуществляется от магнитного усилителя по дифференциальной схеме. Если жидкость в резервуаре находится на уровне чувствительного элемента, то анодный ток датчика имеет среднее значение. При этом ампервитки обмоток управления $W_у$ и смещения $W_{см}$ взаимно компенсируются, и результирующий магнитный поток управления, а следовательно, и напряжение на управляющей обмотке реверсивного двигателя равны нулю. Система находится в состоянии равновесия. Если уровень жидкости в резервуаре падает, то анодный ток датчика уменьшается, ампервитки обмотки смещения начинают преобладать над ампервитками обмотки управления, вследствие чего возникает результирующий поток управления, который вызывает вращение реверсивного двигателя и через соответствующую кинематическую связь перемещение датчика с чувствительным элементом до положения, соответствующего границе газ — жидкость. При повышении уровня жидкости в резервуаре анодный ток датчика возрастает, ампервитки обмотки управления преобладают над ампервитками обмотки смещения и реверсивный двигатель вращается в противоположную сторону и перемещает датчик с чувствительным элементом вверх за уровнем жидкости.

В устройстве предусмотрена дистанционная передача показаний, которая осуществляется при помощи бесконтактной сельсинной пары.

Для измерения уровня водных растворов кислот, щелочей и солей разработан уровнемер с электрическим выходом на автоматический электронный самопишущий прибор.

Принцип действия уровнемера основан на изменении параметров измерительной ячейки при изменении емкости, образованной чувствительным элементом и резервуаром при изменении уровня водных растворов кислот, щелочей и солей.

Принципиальная схема уровнемера приведена на рис. 2. Как видно из принципиальной схемы, прибор со-

стоит из высокочастотного задающего генератора, буферного каскада, измерительной ячейки с чувствительным элементом и стабилизированного источника питания.

Задающий генератор собран на лампе типа 6П9 по схеме с электронной связью между внутренним и внешним контурами и предназначен для питания измерительной ячейки. Схема с электронной связью значительно снижает влияние последующего контура на задающий генератор и обеспечивает стабильную его работу.

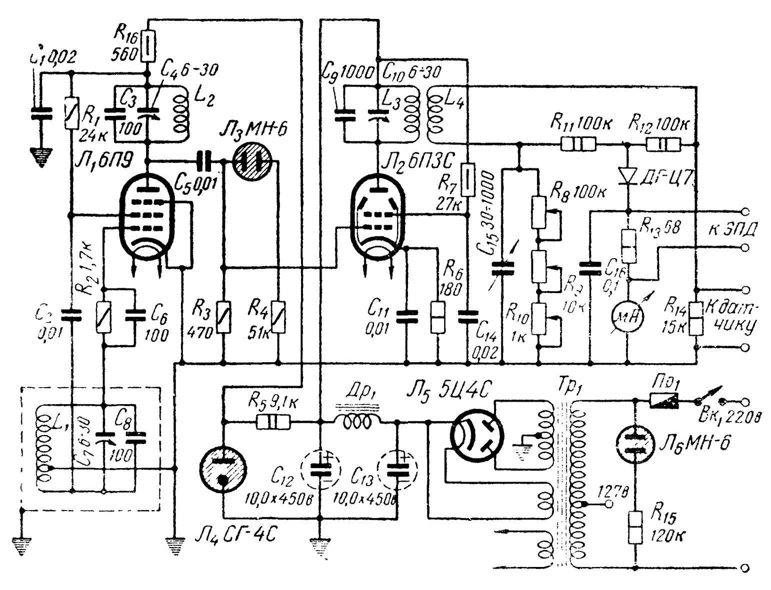


Рис. 2

Буферный каскад собран на лампе $Л_2$ типа 6П3С. Основное назначение буферного каскада состоит в ослаблении влияния измерительной ячейки на режим и частоту задающего генератора.

Измерительная ячейка представляет собой высокочастотный мост, в одно из плеч которого входит датчик, образующий с резервуаром конденсатор переменной емкости, величина которой пропорциональна уровню жидкости.

Чувствительный элемент (датчик) уровнемера выполняется в виде металлического стержня, который для защиты от коррозийного действия среды заключен в чехол из кислотоупорного материала.

Для получения максимальной чувствительности уровнемера толщина стенок изоляционного покрытия должна быть минимальной, а материал покрытия должен обладать малым значением диэлектрической проницаемости.

Наилучшим материалом для защиты датчика от коррозии являются кислотостойкие эмали.

Настройка прибора и его градуировка осуществляются по двум контрольным точкам. Первая контрольная точка задается для установки нуля, когда резервуар пустой, а вторая при заполненном резервуаре.

Питание уровнемера осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в* с частотой 50 *гц* от стабилизированного выпрямителя, собранного на лампах 5Ц4С и СГ4С.

Контроль работы осуществляется по неоновым индикаторам, включенным в цепь питания и анодную цепь задающего генератора.

Описываемые сигнализаторы уровня могут быть использованы и для автоматического регулирования уровня жидкости или сыпучих тел в различных резервуарах.

На рис. 3 приведена схема системы трехпозиционно-

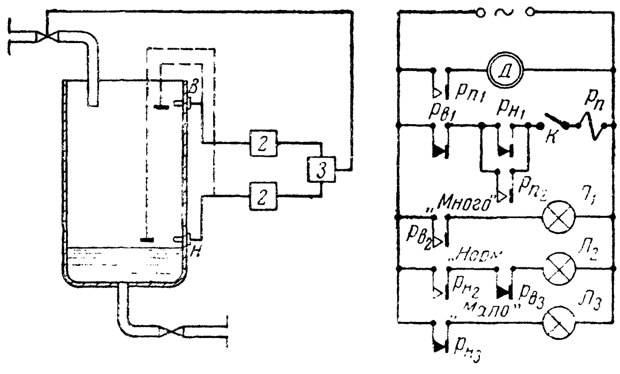


Рис. 3

го регулирования с применением двух сигнализаторов уровня. Работа системы заключается в следующем.

Если жидкость в резервуаре отсутствует, то при замыкании ключа *К* срабатывает магнитный пускатель, контакты которого $Р_{п1}$ и $Р_{п2}$ замыкаются и включают двигатель *Д* насоса, и загорается сигнальная лампа $Л_3$ «Мало». При подходе уровня жидкости к нижнему датчику *Н* реле нижнего сигнализатора $Р_н$ срабатывает, контакты $Р_{н3}$ размыкаются, сигнальная лампа $Л_3$ гаснет. Одновременно с размыканием контактов реле $Р_{н3}$ замыкаются контакты реле $Р_{н2}$ и загорается лампа $Л_2$ «Нормально».

Несмотря на то, что одновременно происходит размыкание контактов реле $Р_{н1}$, двигатель продолжает работать, так как эти контакты оказываются заблокированными контактами $Р_{п2}$ магнитного пускателя и уровень жидкости в резервуаре повышается. При подходе уровня жидкости к верхнему датчику *В* срабатывает реле верхнего сигнализатора, в результате чего размыкаются контакты реле $Р_{в1}$ и $Р_{в3}$ и замыкаются контакты $Р_{в2}$. При размыкании контакта реле $Р_{в3}$ гаснет сигнальная лампа $Л_2$ «Нормально» и вместо нее загорается лампа $Л_1$ «Много», так как замыкаются контакты реле $Р_{в2}$. Контакты $Р_{в1}$ размыкаются, прекращается прохождение тока через обмотку магнитного пускателя, что приводит к размыканию блокировочного контакта $Р_{п2}$ и контакта $Р_{п1}$ пускателя, через которые осуществляется питание электромотора насоса. Поступление жидкости в резервуар прекращается.

В дальнейшем, если уровень жидкости в резервуаре станет ниже верхнего датчика *В*, то размыкаются контакты реле $Р_{в2}$ и замыкаются контакты реле $Р_{в3}$. Так как при этом контакты реле $Р_{н2}$ замкнуты, то загорается сигнальная лампа $Л_2$ «Нормально» и гаснет лампа $Л_1$ «Много».

Несмотря на то, что при понижении уровня жидкости замыкаются контакты реле $Р_{в1}$, включения двигателя насоса не происходит, так как контакты реле $Р_{н1}$ и пускателя $Р_{п2}$ остаются разомкнутыми. При понижении уровня ниже нижнего датчика *Н* размыкаются контакты реле $Р_{н2}$, гаснет лампа $Л_2$ «Нормально» и замыкаются контакты реле $Р_{н3}$ и $Р_{н1}$, при этом загорается лампа $Л_3$ «Мало» и включается двигатель насоса, нагнетающе-

го жидкость в резервуар. Уровень жидкости в резервуаре начнет повышаться. В дальнейшем при изменении уровня цикл работы системы повторяется, что и обеспечивает позиционное регулирование уровня в зоне между верхним и нижним датчиком. Такая система может быть использована для автоматического объемного дозирования.

При замене катушки индуктивности чувствительного элемента металлическим зондом, диском или пластиной прибор может быть использован для сигнализации об изменении заданного уровня как жидкостей, так и различных сыпучих, кусковых и гранулированных материалов.

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА ТРАНЗИСТОРАХ

Г. Бондарев

Устройства программного управления находят все более широкое применение в различных областях техники и особенно в машиностроении. Это объясняется ростом потребности в различных изделиях сложной формы, изготовляемых небольшими сериями.

Производство деталей на копировальных станках, например, требует изготовления копиров, которые обходятся весьма дорого. Замена копиров программным управлением с применением даже дорогих электронных вычислительных машин дает значительную экономию средств и времени.

Основной технологический эффект, который дает программное управление станками, заключается в автоматизации и значительном сокращении времени подготовки производства от чертежа до станка.

По принципу управления системы программного управления подразделяются на два класса: системы с замкнутой цепью и системы с разомкнутой цепью управления .

В системах с замкнутой цепью движение объекта непрерывно или дискретно через некоторые интервалы времени сопоставляется с заданием программы, и управление движением осуществляется в функции отклонения («ошибки») управляемого параметра от заданного. Цепь, которая передает результат измерения движения объекта к органу управления, называется обратной связью.

Таким образом, все системы с замкнутой цепью управления — это системы с обратной связью. Для целей программного управления они применяются более часто, чем системы с разомкнутой цепью (без обратной

связи). Объясняется это тем, что системы с обратной связью обеспечивают большую точность, так как результат управления движением непрерывно контролируется.

Описываемое здесь устройство предназначено для автоматического управления электродвигателем, который, в свою очередь, может приводить в действие какую-либо кинематическую цепь станка, механизма, прибора и т. п. по заранее заданной программе. По принци-

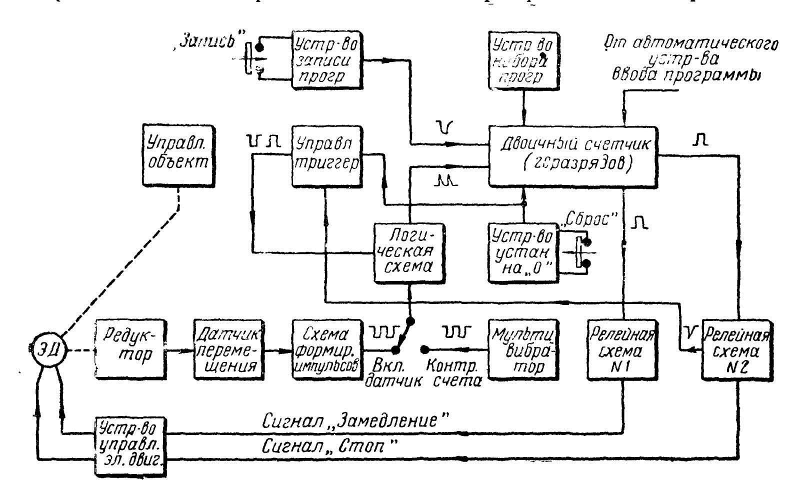


Рис. 1

пу управления данное устройство относится к классу системы с замкнутой цепью.

Блок-схема. На рис. 1 приведена блок-схема простейшего программного управляющего устройства с обратной связью дискретного действия.

Основным элементом устройства является счетчик импульсов, который одновременно выполняет и функции запоминающего устройства. В двоичный счетчик (запоминающее устройство) вводится необходимая для воспроизведения программа от автоматического устройства ввода программы или задается программа вручную с помощью устройств набора и записи программы.

При работе с автоматическим устройством ввода программы запись программы производится одновременно с вводом ее в счетчик.

В случае задачи программы вручную сначала она набирается в устройстве набора программы, а затем вводится («записывается») в счетчик с помощью устройства записи программы.

Программа, поступающая от автоматического устройства ввода, представляет собой вполне определенное количество и сочетание электрических импульсов (двоичный код), которые устанавливают триггерные ячейки счетчика в необходимое положение.

При задаче программы вручную все операции сводятся к подключению в определенном порядке триггерных ячеек счетчика (по разрядам) к устройству «записи» программы, которое устанавливает их (ячейки) в требуемое положение. Перед набором и вводом программы счетчик предварительно устанавливается на нуль. Это осуществляется устройством установки нуля «Сброс». При отработке заданной программы счетчик всегда производит счет недостающего числа импульсов до полного его заполнения, т. е. работает на сложение. Причем последний импульс отработки, поступающий после полного заполнения счетчика, приводит его в исходное состояние (сброс на нуль), при котором с выхода счетчика выдается импульс управления. В двоичном коде это соответствует переносу единицы в высший разряд.

Например, предположим, что имеем двоичный счетчик, состоящий из трех разрядов, для которого максимальное число импульсов, полностью заполняющих счетчик, равно 7 (код числа 7—111). Восьмой импульс приводит ячейки счетчика в исходное состояние, т. е. «сбрасывает» счетчик на нуль, и на выходе его появляется сигнал (импульс) управления.

Положим, что один импульс «отработки» равен перемещению управляемого объекта на 1 *мм* (цена импульса). Тогда для того чтобы переместить управляемый объект на расстояние 3 *мм* и выдать сигнал «Стоп», необходимо ввести в счетчик пять импульсов. Обычно вводятся не сами импульсы, а код необходимого числа импульсов. Для нашего примера код числа 5 будет 101, который и является программой для «отработки» числа 3, вводимого в счетчик. Иначе говоря, вводится единица в первый и третий разряды счетчика.

Со счетчика импульсов еще можно снимать один

или несколько сигналов прежде, чем он заполнится полностью. Для управления электродвигателем их можно использовать в качестве сигналов замедления вращения двигателя. Эти сигналы снимаются с младших разрядов счетчика.

Управление работой электродвигателя ЭД, а следовательно, и перемещением объекта по заданной программе осуществляется устройством в целом следующим образом.

После задания требуемой программы включается электродвигатель для ее отработки. За вращением двигателя через редуктор или же за перемещением объекта непосредственно следит датчик перемещения. Напряжение, вырабатываемое датчиком, преобразуется схемой формирования в импульсы необходимой формы (прямоугольные).

Как указывалось раньше, каждый такой электрический импульс соответствует определенному значению перемещения управляемого объекта, т. е. имеет цену, выраженную в микронах, миллиметрах или сантиметрах.

Сформированные импульсы через логическую схему поступают на вход двоичного счетчика, который работает на сложение до положения «Сброс», выдавая на выходе сигнал «Стоп». Сигнал «Замедление», снимаемый с более младших разрядов, выдается счетчиком несколько раньше.

Сигнал «Замедление» подается на релейную схему номер *1*, а сигнал «Стоп» — на релейную схему номер *2*, соответственно управляющие работой электродвигателя через его устройство управления.

Логическая схема (электронный ключ) имеет два положения — «Запрещение» и «Разрешение». В момент установки счетчика на нуль устройством установки нуля одновременно происходит установка логической схемы в положение «Разрешение» с помощью сигнала, вырабатываемого управляющим триггером. Таким образом, вход счетчика автоматически подключается к датчику (через формирующую схему).

Сигнал «Запрещение» вырабатывается управляющим триггером в момент сброса счетчика на нуль от импульсов «отработки» одновременно с сигналом «Стоп». При

этом вход счетчика автоматически отключается от датчика.

Таким образом, вход счетчика оказывается подключенным к датчику только на время «отработки» одной программы.

При повторном воспроизведении программы необходимо нажать кнопку «Сброс», при этом логическая схема снова встанет в положение «Разрешение», затем при помощи нажатия кнопки «Запись» «записывается» ранее набранная программа. После этого включается электродвигатель для «отработки» программы, и цикл повторяется вновь.

Таким образом, схема программного устройства работает циклами, не зависящими один от другого. Это исключает возможность повторения ошибки, появившейся в каком-либо предыдущем цикле при «отработке» программы. Кроме того, такая работа системы позволяет осуществлять установку управляемого объекта, например инструмента, на заданную координату x независимо от другой y в случае применения двух аналогичных систем для программного управления объектом по двум координатам.

Таким же образом, используя одновременно три таких системы, можно осуществлять программное управление объектом по трем координатам. Причем работа этих устройств не будет зависеть друг от друга.

В устройстве имеется генератор импульсов (мультивибратор), вырабатывающий импульсы, аналогичные по форме и величине тем, которые поступают на вход счетчика с формирующей схемы при «отработке» программы. С помощью этого генератора производится контроль работы счетчика. Обычно такой контроль проводят перед началом работы программного устройства.

Принципиальная схема. Принципиальная электрическая схема программного управляющего устройства приведена на рис. 2.

Двоичный счетчик состоит из 20 разрядов и может производить счет свыше миллиона импульсов (1 048 576). Каждый разряд представляет собой триггерную ячейку, собранную на двух плоскостных германиевых триодах типа П1Ж (T_{61}—T_{100}). Эти триоды можно с успехом заменить триодами типа П13 или П14.

Параметры всех ячеек счетчика одинаковые, поэто-

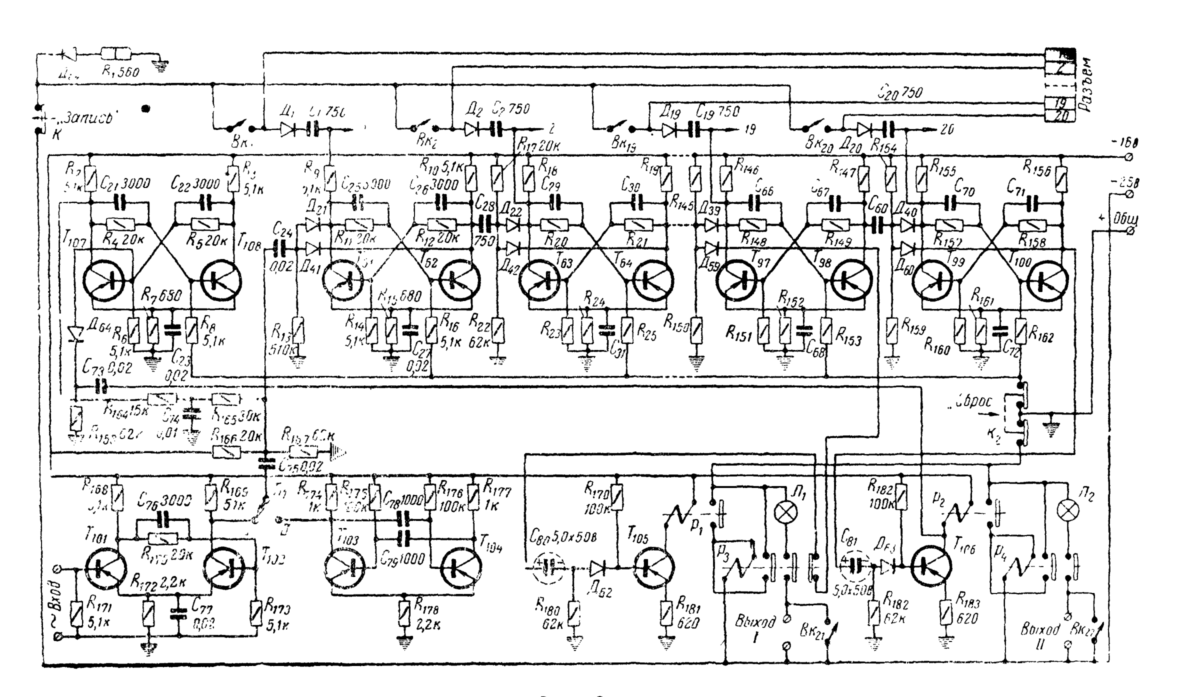


Рис. 2

му значения элементов схемы указаны только для одной триггерной ячейки.

Триггерные ячейки соединяются между собой посредством дифференцирующих цепочек $C_{28}R_{22}$, $C_{32}R_{150}$ и т. д., причем запускающий импульс подается на последующий триггер через диоды $Д_{21}$—$Д_{60}$ типа Д2-Е.

При таком методе запуска триггерных ячеек счетчика осуществляется автоматическая подача положительного опрокидывающего импульса на базу отпертого (в данный момент) триода.

Наибольшая амплитуда запускающего импульса для первого триггера счетчика зависит от частоты следования импульсов. При работе счетчика на частотах порядка 10—20 *кгц* амплитуда запускающего импульса должна быть не менее 2—4 *в*; на частотах 50—100 *кгц*— 10—15 *в* и на частотах 200—300 *кгц* — 20—30 *в*.

Длительность запускающих импульсов не должна превышать $1/2$—$1/3$ от периода запускающих импульсов.

В данном устройстве счетчик нормально работает до частот порядка 50 *кгц*.

Частотный предел счетчика можно увеличить до 400 *кгц*, если применить триоды типа П1И. При этом следует соответственно изменить значения формирующих емкостей в ячейках счетчика.

Большое значение этих емкостей ограничивает максимальную частоту работы триггера, так как на высоких частотах в течение полупериода работы триггера не успевает закончиться процесс перезарядки конденсаторов. С другой стороны, величина формирующих конденсаторов не может быть слишком малой, так как в момент воздействия на триггер запускающего импульса последний дифференцируется на переходной цепи, состоящей из конденсаторов C_{25} или C_{26} и входного сопротивления отпертого триода.

Опыт показывает, что для триггера на триодах типа П1Ж или П13, П14 на частотах 400—300 *кгц* емкость формирующих конденсаторов должна быть порядка 200—300 *пф*, на частотах 200—100 *кгц* — порядка 400—800 *пф* и на частотах 50 *кгц* и ниже — 1 000—1 200 *пф*.

В данном счетчике величины формирующих конденсаторов взяты порядка 3 000 *пф* из тех соображений, что его триггерные ячейки работают в основном на малых скоростях счета (до 5 *кгц*), и имеется большая

разница между частотами, на которых работают первая и двадцатая ячейки счетчика (многоразрядный счетчик).

Рабочая частота счетчика не зависит от величины емкостей C_{27}, C_{31} и т. д., шунтирующих сопротивления R_{15}, R_{24} и т. д.

Большая величина емкости конденсатора в цепи эмиттеров триодов ячейки существенно облегчает запуск триггера и благоприятно сказывается на его работе в области повышенных температур.

Малая величина сопротивлений нагрузки в цепи коллекторов триодов ячейки R_9, R_{10} и т. д. позволяет получить достаточно крутые фронты импульсов. Например, для триода П1Ж длительность переднего фронта $T_ф = 0{,}8$ *мксек*, для П1И — 0,5 *мксек*.

Все коллекторы левых (по схеме) триодов триггерных ячеек счетчика выведены через конденсаторы C_1—C_{20} и диоды $Д_1$—$Д_{20}$ на контакты тумблеров $Вк_1$—$Вк_{20}$, с помощью которых производится набор программы (двоичного числа). С этих же контактов тумблеров сделаны выводы на штепсельный разъем, который подключается к автоматическому устройству ввода программы.

Выводы *1—20* с тех же коллекторов триодов ячеек подключаются к схеме контроля режима работы триггеров счетчика (рис. 3).

Все базы правых (по схеме) триодов триггерных ячеек через сопротивления R_{16}, R_{26} и т. д. заведены на общую шину, которая включена через кнопку K_2 — «Сброс» на общий плюс («Земля»). К этой же шине подключена база правого триода управляющего триггера T_{108} через сопротивление R_8, а также подключены контакты реле P_1 и P_2 релейных схем.

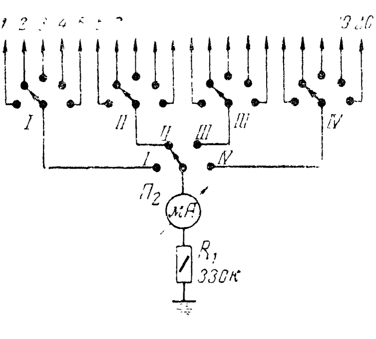


Рис. 3

С помощью кнопки K_2 все разряды счетчика устанавливаются в исходное состояние (все левые триоды триггеров открыты, а правые закрыты). Потенциал коллектора открытого триода равен

минус 3 *в*, а закрытого — минус 16 *в*. Такое состояние триггеров соответствует положению счетчика «Нуль».

Управляющий триггер, собранный на триодах T_{107} и T_{108}, при этом положении счетчика имеет потенциал коллектора триода T_{107}, равный минус 16 *в*, который прикладывается к катоду диода $Д_{61}$ логической схемы, устанавливая ее в положение «Разрешение». На аноде диода $Д_{61}$ с помощью делителя напряжения R_{166} и R_{167} также устанавливается потенциал минус 16 *в*.

Схема формирования импульсов собрана на двух триодах T_{101} и T_{102} и представляет собой триггер с одним устойчивым состоянием (одновибратор). Устойчивое состояние одновибратора: левый (по схеме) триод закрыт, правый — открыт.

На вход одновибратора подается напряжение от датчика перемещения, например, фотоэлектрического, индуктивного или какого-либо другого, вырабатывающего напряжение синусоидальной формы в функции перемещения управляемого объекта. Амплитуда входного напряжения для формирующей схемы равна 2—4 *в* Если не представляется возможным снять такое напряжение непосредственно с датчика, то его следует усилить до необходимой величины, применив усилитель, собранный также на полупроводниковых триодах.

Релейные схемы *1* и *2* собраны на триодах T_{105} и T_{106} типа П14. В коллекторных цепях этих триодов включены электромагнитные реле телефонного типа P_1 и P_2 с током срабатывания не более 7 *ма*.

В нормальном состоянии эти триоды находятся в открытом состоянии за счет постоянного отрицательного потенциала на их базах, который подается через сопротивления R_{179} и R_{182} от выпрямителя. При этом контакты реле P_1 и P_2 разомкнуты, а реле P_3 и P_4 (типа МКУ-48) в цепи сигнальных ламп обесточены.

С приходом сигналов «Замедление» и «Стоп» от двоичного счетчика триоды релейных схем запираются на некоторый момент и реле P_1 и P_2 в их коллекторных цепях отпускают свои якоря. Контакты этих реле замыкают цепи питания реле P_3 и P_4, и они срабатывают, включая своими контактами сигнальные цепи с лампами $Л_1$ и $Л_2$ соответственно. Одновременно на выходе *I* и *II* появляются сигналы управления, которые подаются в цепь

обратной связи для управления объектом. Реле P_3 и P_4 имеют самоблокирующие контакты.

С коллектора триода T_{106} при срабатывании реле P_2 снимается импульс на управляющий триггер T_{107}, T_{108}. Этот импульс через дифференцирующую цепь $C_{73}R_{163}$ и диод $Д_{64}$ подается на базу триода T_{107} и переводит триггер в состояние, при котором логическая схема устанавливается в положение «Запрещение».

Мультивибратор для проверки работы счетчика собран на триодах T_{103} и T_{104} типа П1Ж. Частота его равна 10 *кгц*.

Запись программы осуществляется нажатием на кнопку K_1 — «Запись». При этом формируется достаточно мощный импульс, способный одновременно «опрокинуть» большое количество триггерных ячеек счетчика, подключенных к этой цепи.

Питание всей схемы устройства осуществляется от двухполупериодного выпрямителя, собранного на полупроводниковых диодах типа ДГ-Ц27 (рис. 4). Силовой трансформатор *Тр* — трехфазный, так как данное устройство предназначается для эксплуатации в местах, где имеется в основном сеть 380 *в*. Сглаживающий фильтр C_1, C_2 и R_1 обеспечивает хорошее сглаживание

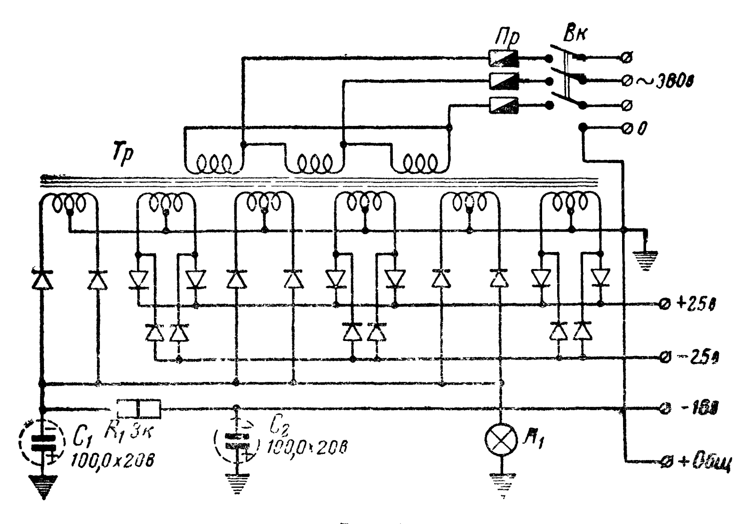


Рис. 4

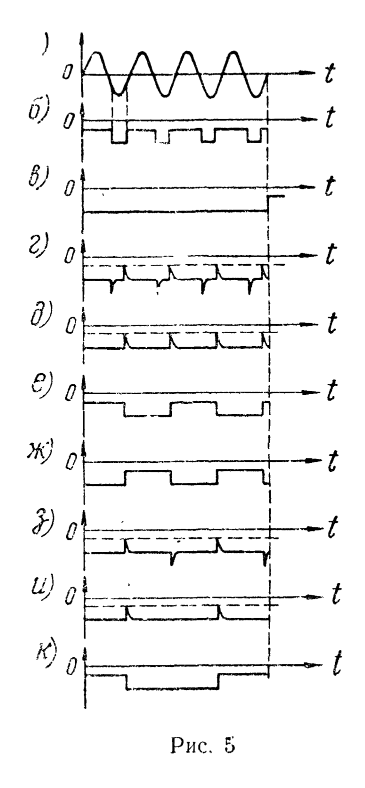


Рис. 5

пульсаций выпрямленного напряжения благодаря применению в фильтре конденсаторов большой емкости.

Налаживание. Самым ответственным узлом устройства является счетчик импульсов, от которого зависит надежная работа всего программного устройства в целом. Поэтому в первую очередь необходимо добиться четкой и безотказной его работы. Как показала практика, триггер, собранный с данными, указанными на схеме (см. рис. 2), работает достаточно надежно.

Основной элемент триггера, определяющий его работоспособность, это полупроводниковый триод. Параметры триодов имеют большой разброс, поэтому прежде чем их монтировать в схему, необходимо произвести соответствующий отбор.

Для схем, работающих в режиме переключения (триггеров), необходимо подбирать триоды парами, т. е. два триода, включаемые в один триггер, должны обладать одинаковыми параметрами и не должны совершенно иметь «текучести» (непостоянство I_{K_0}). Для приведенного устройства триоды подбирались парами с одинаковыми α и I_{K_0} ($\alpha = 0{,}98$; $I_{K_0} = 40$ *мка*). Триоды, у которых наблюдалась текучесть, браковались.

Счетчик с триодами, отобранными таким путем, работает достаточно надежно. Самопроизвольные перебросы триггеров не наблюдались, сбои при счете импульсов случались очень редко.

Налаживание и проверку работы счетчика, а также всего устройства в целом удобно производить с помо-

щью звукового генератора ЗГ-10 и низкочастотного осциллографа ЭНО-1.

На рис. 5 показаны осциллограммы напряжений в различных точках схемы описываемого устройства.

На рис. приведены:

а) напряжение на входе схемы формирования импульсов (сигнал от датчика);

б) напряжение на выходе формирующей схемы (на коллекторе триода T_{102});

в) потенциал на коллекторе триода T_{107} управляющего триггера (логическая схема в положении «Разрешение»);

г) импульсы после дифференцирующей цепочки $R_{167}C_{75}$;

д) импульсы на входе счетчика;

е) импульсы на коллекторе триода T_{61} первой ячейки;

ж) импульсы на коллекторе триода T_{62} этой же ячейки;

з) импульсы после дифференцирующей цепочки $R_{22}C_{28}$;

и) импульсы запуска второй ячейки счетчика;

к) импульсы на коллекторе триода T_{63} второй ячейки.

Описанное выше программное управляющее устройство можно с успехом использовать для управления различными моделями, механизмами и т. п. по заранее заданной программе.

ДВУХКАНАЛЬНЫЕ И ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЕ КОММУТАТОРЫ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Ю. Видманов. В. Михелькевич

При исследовании различного рода фазосдвигающих устройств, сложных электрических цепей переменного тока, при налаживании систем автоматического регулирования, а также и в радиолюбительской практике часто требуется одновременно наблюдать несколько независимых процессов (кривых) на экране катодного осциллографа. В этом случае при наличии однолучевого электронного осциллографа наблюдение на его экране нескольких независимых кривых можно осуществить, только применяя электронный переключатель (коммутатор). С помощью электронных переключателей исследуемые напряжения поочередно подаются на пластины вертикального отклонения и на экране электронно-лучевой трубки образуются отдельные осциллограммы каждого процесса.

Нашей промышленностью выпускаются двухканальные электронные переключатели в виде приставок к электронным осциллографам. Такие переключатели, выполненные на электронных лампах, имеют сравнительно сложные электрические схемы, большие габариты, вес и стоимость.

В отличие от известных конструкций электронных переключателей, которые практически малодоступны широким кругам радиолюбителей, описываемые ниже переключатели выполнены на полупроводниковых приборах. Благодаря этому переключатели значительно отличаются от известных типов простотой схемы, высокой надежностью в работе, небольшими размерами и малым весом. Их изготовление доступно широкому кругу радиолюбителей.

В описываемых переключателях транзисторы ис-

пользуются в режиме ключа. Упрощенная схема такого устройства на двух транзисторах T_1 и T_2 приведена на рис. 1. К цепям коллектор — база подводятся от генератора коммутирующего напряжения импульсы прямоугольной формы.

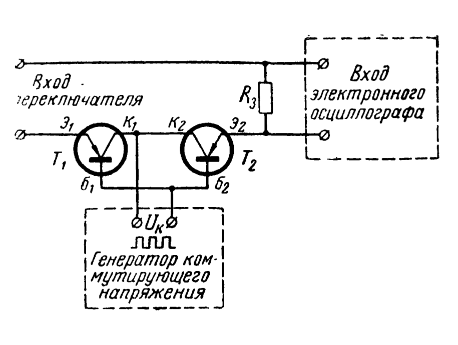


Рис. 1

При соответствующем подборе величины напряжения прямоугольных импульсов U_k и положительном потенциале на коллекторах K_1 и K_2 сопротивление переходов эмиттер—коллектор падает почти до нуля. В цепях коллекторов протекают прямые токи.

Каждый транзистор может работать в режиме ключа, проводя ток от входа переключателя на вход электронно-лучевого осциллографа. Цепь $Э_1$—$Э_2$ проводит ток в любом направлении, т. е. представляет собой замкнутый ключ. При отрицательном потенциале коммутирующего напряжения на коллекторах в их цепях протекают лишь незначительные обратные токи. При любой полярности подведенного на вход ключа исследуемого напряжения один из эмиттеров запирает цепь, и ключ будет разомкнут.

Следовательно, такой ключ будет подавать исследуемое напряжение на вход электронного осциллографа только в течение половины периода колебаний генератора коммутирующего напряжения. Очевидно, что если взять два таких ключа и подать на них в противофазе коммутирующие напряжения от одного и того же генератора прямоугольных импульсов, то получится переключатель на два канала.

Полная принципиальная схема такого двухканального переключателя приведена на рис. 2. Коммутирующие напряжения, подаваемые на ключи T_1-T_2 (напряжение U_{k1}) и T_3-T_4 (напряжение U_{k2}), принимаются равными по величине друг другу, но подаются в противофазе относительно друг друга. За счет этого полупро-

водниковые ключи будут замыкаться и размыкаться поочередно. Когда ключ T_1-T_2 под действием коммутирующего напряжения U_{k1} замыкается, то исследуемое напряжение, подводимое на вход *1*, будет подаваться через переключатель на вход осциллографа. В это же время ключ T_3-T_4 будет разомкнут и второе исследуемое напряжение, подводимое на вход *2*, через переключатель не пройдет.

В следующий полупериод коммутирующего напряжения полупроводниковые ключи изменяют свои функции на противоположные: ключ T_1-T_2 разомкнется, а ключ T_3-T_4 замкнется и на вход осциллографа будет подаваться второе исследуемое напряжение.

Таким образом, ключи работают в режиме переключения с постоянной длительностью, равной половине периода U_k и с периодом переключения, равным периоду колебаний генератора коммутирующего напряжения.

В качестве генератора коммутирующих напряжений (ГПИ) использован симметричный мультивибратор на двух транзисторах T_5 и T_6. Мультивибратор питается от сети через выпрямитель на диодах ДГ-Ц21 с фильт-

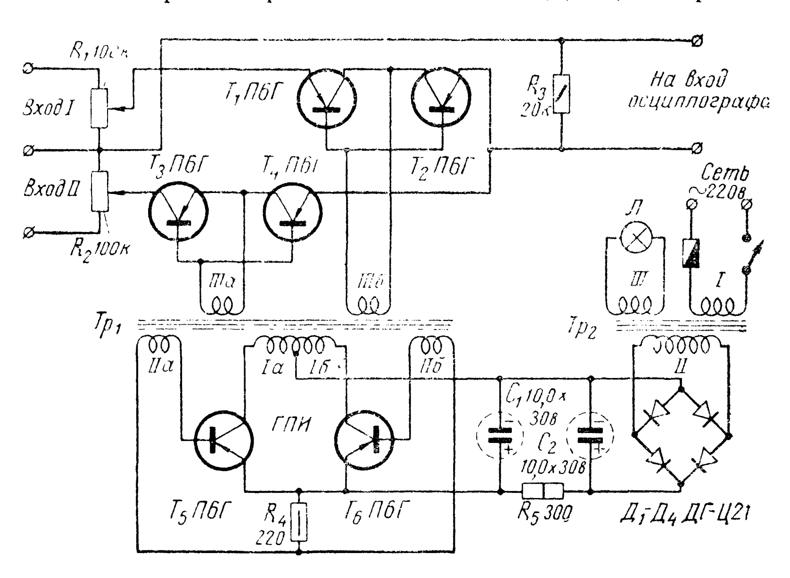


Рис. 2

ром. Частота колебаний генератора прямоугольных импульсов равна 2 500 *гц*. Если частота исследуемых напряжений ниже частоты коммутирующих напряжений, то наблюдаемые на экране осциллографа кривые будут воспроизводиться совокупностью коротких черточек. На рис. 3,*а* показана осциллограмма двух кривых для случая, когда соотношение частоты коммутирующих напряжений и частоты исследуемых напряжений было равным 10 : 1. Следует отметить, что в переключателе не предусмотрено специального устройства для «гашения» электронного луча при переходе от одной кривой к другой. Дело в том, что из-за высокой крутизны фронта нарастания коммутирующих прямоугольных импульсов скорость переключения ключей будет настолько большой, что линии перехода электронного луча с одной кривой на другую практически не просматриваются на экране.

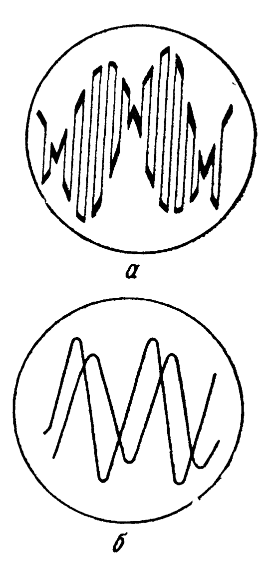


Рис. 3

Если же частота коммутирующих напряжений окажется в несколько раз ниже частоты исследуемых напряжений, то в течение одного полупериода коммутирующего напряжения на выход переключателя пройдет несколько периодов исследуемых напряжений. Тогда при синхронизации развертки осциллографа напряжением сигнала осциллограммы будут казаться непрерывными (рис. 3,*б*).

Для получения желаемых масштабов изображения кривых на входах переключателя установлены потенциометры R_1 и R_2, с помощью которых можно менять амплитуду исследуемого сигнала. Трансформатор Tp_1 выполнен на сердечнике из обычной трансформаторной стали. Площадь сечения сердечника 1,2 *см*². Обмотка *I* содержит 200+200 витков, обмотка *II* имеет 32+32 витков и обмотка *III* — 10+10 витков. Все обмотки выполнены проводом ПЭ 0,2.

Трансформатор Tp_2 собран на сердечнике из пла-

стин Ш-13, площадь сечения сердечника — 1,8 *см*². Обмотка *I* содержит 7 000 витков провода ПЭ 0,1; обмотка *II* имеет 450 витков провода ПЭ 0,16 и обмотка *III* — 200 витков провода ПЭ 0,33.

Переключатель на четыре канала, электрическая схема которого приведена на рис. 4, работает аналогичным образом и состоит из шести ключей на транзисторах. Ключи T_1-T_2 . . . T_7-T_8 присоединены соответственно к входам *I* . . . *IV* переключателя. Они управляются коммутирующими напряжениями от генератора прямоугольных импульсов ГПИ-1, работающего с частотой переключений f_1.

Фазировка коммутирующих напряжений, подаваемых на цепи база — коллектор ключей от генератора ГПИ-1, выбирается такой, что на ключах T_1-T_2 и T_3-T_4 (и соответственно T_5-T_6 и T_7-T_8) они находятся в противофазе.

К попарно присоединенным ключам T_1-T_2, T_3-T_4 и T_5-T_6, T_7-T_8 присоединены такие же ключи T_9-T_{10} и T_{11}-T_{12}, управляемые коммутирующими напряжениями

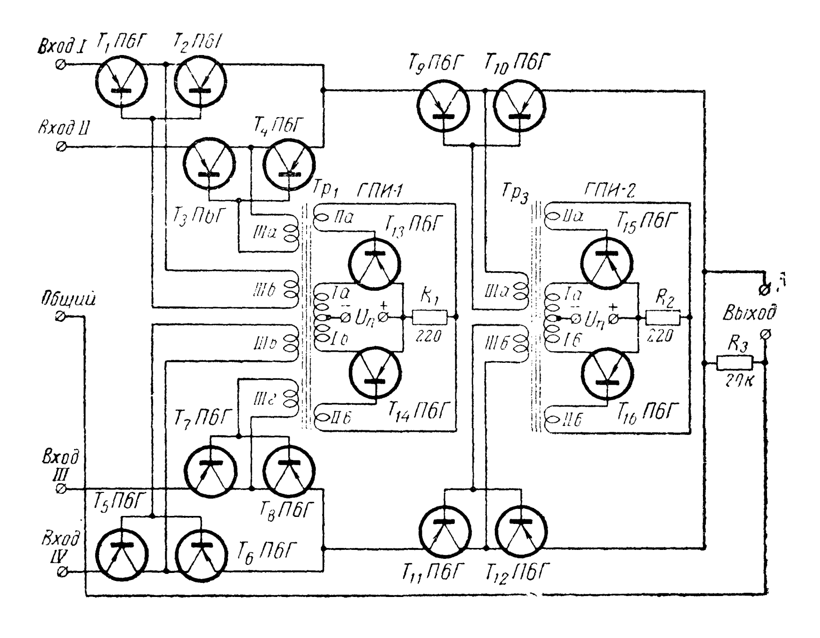


Рис. 4

от второго генератора прямоугольных импульсов ГПИ-2, работающего с частотой f_2. Коммутирующие напряжения на ключах T_9-T_{10} и T_{11}-T_{12}, подаваемые от ГПИ-2, также находятся в противофазе относительно друг друга.

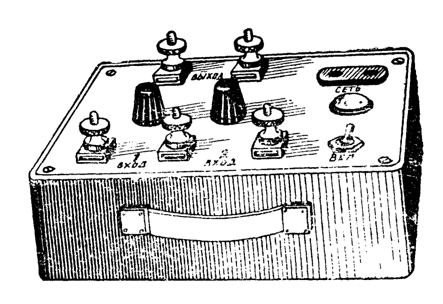
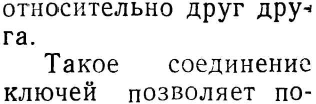


Рис. 5



Такое соединение ключей позволяет поочередно подавать на выход переключателя все четыре исследуемых напряжения, подводимые к соответствующим входам переключателя.

Частоты генераторов f_1 и f_2 не должны быть равными друг другу и в описываемом устройстве выбраны соответственно 2 500 *гц* и 6 300 *гц*.

Если частоты исследуемых напряжений будут ниже частот f_1 и f_2, то кривые на экране осциллографа будут воспроизводиться совокупностью коротких черточек. Если же частоты f_1 и f_2 окажутся ниже частоты исследуемых напряжений, то на выход переключателя поочередно по каждому каналу будет проходить по нескольку периодов исследуемых сигналов. В этом случае при синхронизации развертки осциллографа напряжением сигнала осциллограмма будет казаться непрерывной.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ имеют те же параметры, что и аналогичные им трансформаторы в схеме двухканального коммутатора. Трансформатор $Тр_1$ отличается только наличием четырех одинаковых выходных обмоток (*III*), с которых снимаются коммутирующие напряжения на полупроводниковые ключи. Трансформатор $Тр_3$ выполнен на сердечнике из трансформаторной стали. Площадь сечения сердечника 1,2 $см^2$. Обмотка *I* содержит 125+125 витков, обмотка *II* имеет 20+20 витков и обмотка *III*—7+7 витков. Все обмотки выполнены проводом ПЭЛ 0,2.

Сопротивление R_3 в схеме рис. 4 так же как и в предыдущих схемах, является основным сопротивлением нагрузки коммутатора и служит для обеспечения

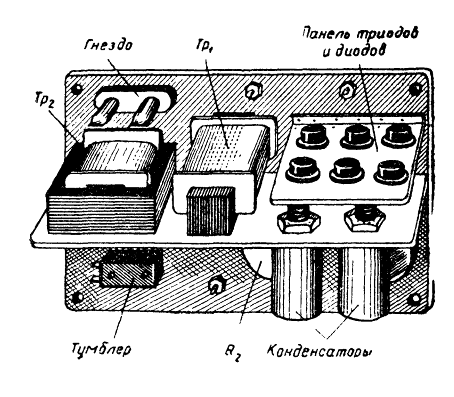


Рис. 6

его нормальной работы. Его величина выбирается, с одной стороны, значительно меньше, чем сопротивление ключа в непроводящий полупериод, а с другой стороны, значительно больше сопротивления ключа в проводящий полупериод коммутирующего напряжения. При использовании транзисторов типа П6-П13 R_3 может быть порядка 20—50 *ком.*

Конструктивно переключатели выполняются в виде переносных пластмассовых ящиков, на верхних металлических (дюралюминиевых) панелях которых производится монтаж всех элементов. На рис. 5 представлен общий вид двухканального коммутатора. На лицевой панели переключателя находятся клеммы входов и выхода, гнездо и тумблер для подключения к сети, а также сигнальная лампочка. Габариты переключателя 150×105×50 *мм.* Монтаж выполнен на угловой панели, общий вид которой приведен на рис. 6.

Налаживание описанных коммутаторов сводится лишь к правильной фазировке коммутирующих напряжений.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

А. Иванов

Универсальный измерительный прибор позволяет измерять:

— напряжение постоянного тока от 0,03 до 3 000 *в*. Диапазон измеряемых напряжений разбит на восемь поддиапазонов: 0—3, 0—12, 0—30, 0—120, 0—300, 0—600, 0—1 200, 0—3 000 *в*. Входное сопротивление на всех поддиапазонах равно 11,5 *Мом*. Используя добавочное выносное сопротивление 100 *Мом*, можно замерять напряжение постоянного тока до 30 *кв*;

— напряжение переменного тока низкой частоты (30—50 000 *гц*) от 0,03 до 1200 *в* с теми же поддиапазонами измерений, что и напряжения постоянного тока, кроме последнего;

— напряжение звуковой частоты до 20 *кгц* со следующими диапазонами: 0—30, 0—100, 0—300, 0—1 000 *мв*. Входное сопротивление при этом равно 26,4 *ком*;

— напряжение высокой частоты (до 150 *Мгц*) от 0,03 *мв* до 120 *в* на диапазонах: 0—3, 0—12, 0—30, 0—120 *в*;

— сопротивления от 0,1 *ом* до 1 000 *Мом* на семи диапазонах;

— емкость конденсаторов от 1 *пф* до 30 *мф*;

— индуктивность при частоте тока 50 *гц* от 0,3 до 20 *гн*;

— постоянный ток от 10,0 *мка* до 1160 *ма* на шести диапазонах: 0—03, 0—1, 0—10, 0—50, 0—200, 0—1 000 ма (без поправочных коэффициентов), 0—1,04, 0—3,2, 0—17, 0—70, 0—240, 0—1 160 *ма* (с поправочными коэффициентами).

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока 220 *в* через феррорезонансный стабилизатор

напряжения, без которого невозможно с достаточной степенью точности определить измеряемую величину. Стабильное напряжение поддерживается при колебаниях питающей сети в пределах 220—130 *в*. Стабилизатор напряжения размещен в металлическом экране и вынесен на заднюю стенку ящика прибора.

Принципиальная схема прибора приведена на

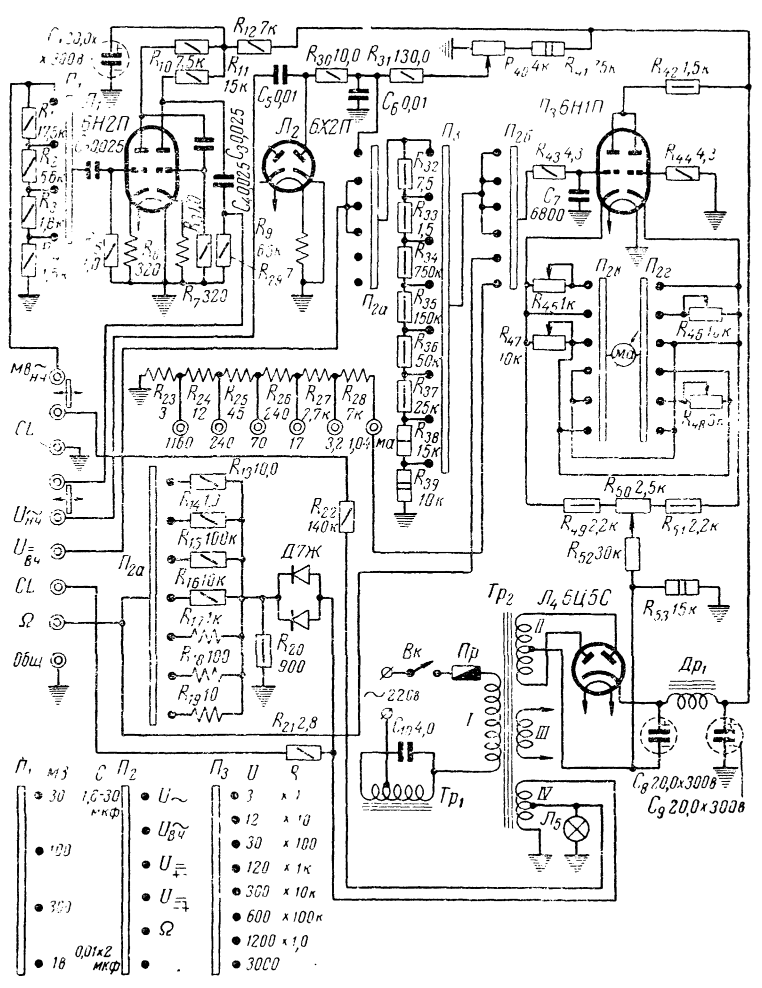


Рис. 1.

рис. 1. В основу прибора положен вольтметр постоянного тока, выполненный по мостовой схеме. Мост образуется внутренним сопротивлением обоих триодов лампы 6Н1П и сопротивлениями $R_{49}R_{50}R_{51}$. В диагональ моста включен гальванометр с чувствительностью 520 *мка* и внутренним сопротивлением 680 *ом*. Для изготовления гальванометра взят обычный вольтметр постоянного тока на 30 *в*, рамка которого перемотана и содержит 1 400 витков провода ПЭЛ 0,06. Баланс моста устанавливается переменным сопротивлением R_{50}. При сбалансированном мосте ток в диагонали моста отсутствует. При подаче на вход моста напряжения постоянного тока, прикладываемого между сеткой левого триода лампы 6Н1П и землей, внутреннее сопротивление ее левой половины изменяется, баланс моста нарушается и в цепи гальванометра появляется ток. Полное отклонение стрелки гальванометра происходит при подаче на вход напряжения 3 *в*. За счет сопротивлений $R_{49}R_{50}R_{51}$, включенных в катоды обоих триодов лампы 6Н1П, последняя охвачена глубокой отрицательной обратной связью, что позволяет получить линейное отклонение стрелки гальванометра, а получающееся большое отрицательное напряжение на сетках обоих триодов компенсируется положительным напряжением, снимаемым с делителя $R_{40}R_{41}R_{53}$.

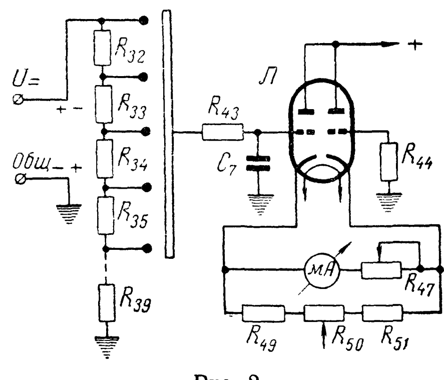


Рис. 2

Упрощенная схема такого вольтметра приведена на рис. 2. Напряжение постоянного тока более 3 *в* подается на делитель $R_{32}R_{39}$, с которого снимается напряжение 3 *в* при подаче на него напряжений 12, 30, 120, 300, 600, 1 200, 3 000 *в*. Коммутация прибора обеспечивает измерение отрицательных напряжений без перемены щупов. Для этого достаточно переключателем *П* изменить полярность. Во избежание рассогласования

шкал нужно тщательно подбирать сопротивления делителя R_{32}—R_{39}. Сопротивлением R_{50} стрелку гальванометра можно установить на середине шкалы и тогда предоставляется возможность измерять малые положительные и отрицательные напряжения (до 1,5 *в*) без перемены полярности. Градуировка шкалы измерений напряжения постоянного тока производится на поддиапазоне 0—3 *в*. Для этого на вход моста подается 3 *в* и сопротивлением R_{47} устанавливают стрелку гальванометра в крайнем правом положении, предварительно установив ее на «0» сопротивлением R_{50}.

Упрощенная схема вольтметра низкой частоты приведена на рис. 3. Измеряемое напряжение переменного тока низкой частоты через конденсатор C_5 емкостью 0,01 *мкф* подается на анод одного из диодов лампы 6Х2П. Выпрямленное напряжение переменного тока поступает на делитель $R_{32}R_{39}$. С помощью сопротивлений R_{29} и R_{40} производится компенсация начального тока диода. Ручку потенциометра R_{40} нужно вывести на лицевую панель, так как со старением лампы 6Х2П и в виду разброса их параметров в случае замены начальный ток нужно компенсировать.

Компенсировать начальный ток диода приходится даже при той же лампе после продолжительного перерыва между производимыми измерениями. Градуировка шкалы для напряжения переменного тока сводится к калибровке сопротивления R_{45}. Произведя компенсацию тока диода, на вход подают напряжение 3 *в*. С помощью сопротивления R_{45} стрелку гальванометра устанавливают в правое крайнее положение. Шкалы напряжений переменного и постоянного тока совпадают практически по своей линейности. Для измерения малых напряжений низкой частоты до 20 *кгц* в прибор введен каскад усилителя переменного тока на лампе 6Н2П. Усиленное напряжение переменного тока выпрямляется диодом 6Х2П и поступает на делитель $R_{32}R_{39}$. Весь каскад охвачен отрицательной обратной связью за

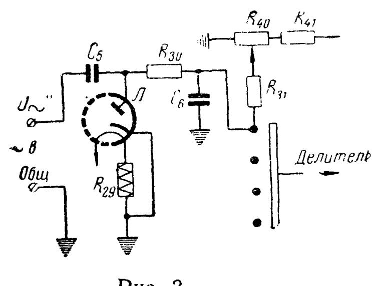


Рис. 3

счет отсутствия блокировочных конденсаторов в цепях катодов, что повышает стабильность коэффициента усиления.

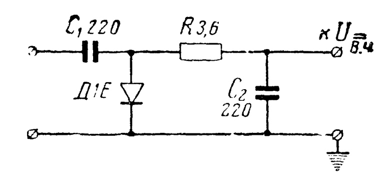


Рис. 4

Для измерения напряжения высокой частоты служит выносной выпрямитель—пробник (рис. 4). В качестве выпрямителя использован диод Д1Е. Выносной пробник позволяет замерять напряжения высокой частоты на первых четырех диапазонах вольтметра постоянного тока: 0—3, 0—12, 0—30, 0—120 *в*. Шкала линейна и совпадает со шкалой напряжения постоянного тока. Пробник соединяется с вольтметром кабелем РК-3 длиной 1,3 *м*.

Измерение сопротивлений сводится к измерению напряжений вольтметром постоянного тока, причем измеряется та его часть, которая падает на сопротивлении R_x (рис.5). В зависимости от величины сопротивления оно подключается последовательно к одному из эталонных R_{13}—R_{19} и образует делитель напряжения. Если R_x не включено, то при разомкнутых щупах вольтметр замеряет напряжение источника питания и стрелка гальванометра показывает бесконечность. Ручку управления R_{48} нужно выводить на лицевую панель, так как при переходе на другие диапазоны измерения сопротивлений прибор приходится подстраивать.

Градуировка шкалы «Омы» производится на диапазоне Ω×10 с помощью эталонных сопротивлений с допуском в 5%. Перед градуировкой, как и перед измерением сопротивлений, стрелка гальванометра сопротивлением R_{50} устанавливается на «0» при замкнутых щупах и на «бесконечность» — при разомкнутых. Подключением эталонных сопротивлений на место R_x градуируется шкала. Чтобы пределы

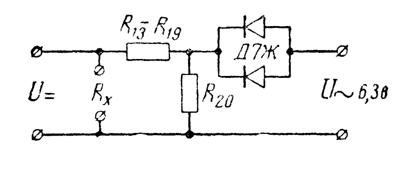


Рис. 5

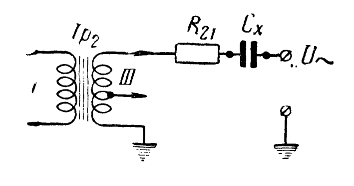


Рис. 6

каждой шкалы были согласованы при включенных эталонных сопротивлениях, на месте R_x подбирают сопротивления R_{13}—R_{19} для других пределов, привязывая показания гальванометра к трем точкам шкалы — в начале, середине и конце. Таким образом привязываются шкалы остальных диапазонов ко второму. Источником питания берется батарея из сухих элементов на 3 *в* во время градуировки, а после для низковольтного выпрямителя на диодах Д7Ж подбирается напряжение переменного тока такой величины, при которой показания гальванометра остались бы теми же, что и при подключенных эталонных сопротивлениях. Подобная замена источника питания совершенно не отражается на правильности показаний омметра. Вместо диодов Д7Ж можно ставить другие, только с большим выпрямленным током (ДГ-Ц21 и др.).

Измерение емкостей конденсаторов сводится к измерению напряжения. На рис. 6 приведена схема измерения емкостей от 1 до 10 000 *пф*. Переменное напряжение 6,3 *в* через сопротивление R_{21} и конденсатор C_x поступает на вход вольтметра переменного тока. Емкостное сопротивление конденсатора обратно пропорционально его емкости при постоянной частоте (50 *гц*). Поэтому чем больше емкость, тем больше поступит напряжения на вход вольтметра и стрелка гальванометра отклонится на больший угол. Для емкостей и индуктивностей выделена отдельная шкала, которая разбита на три подшкалы. Каждая подшкала соответствует определенному диапазону емкостей—1—10 000 *пф*, 0,01—2 *мкф*, 1,6—30 *мкф*.

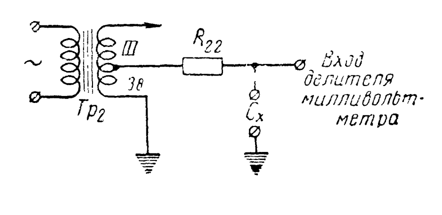


Рис. 7

Поэтому отсчет величины измеряемой емкости производится прямым отсчетом по шкале. На рис. 7 приве-

дена схема измерения емкостей по двум другим диапазонам — 0,01—2 и 1,6—30 *мкф*. Как видно из схемы, сопротивление R_{22} и C_x образуют делитель напряжения. Падение напряжения на C_x подается на вход милливольтметра низкой частоты.

Индуктивное сопротивление на частоте 50 *гц* находится в прямой пропорциональной зависимости от индуктивности. Поэтому определить индуктивность можно, исходя из величины емкостного сопротивления.

Если $R_c = \frac{3200}{C\,мкф}$, $R_L = 314 \cdot L$, то при неизменной частоте 50 *гц*, $R_c = R_L$ и при какой-то определенной величине $L = \frac{3200}{314\,C\,мкф}$ *гн*.

Включая катушку индуктивности на место C_x, можно определить какую-то величину емкости. Потом индуктивность подсчитывается по приведенной выше формуле.

Измерение силы постоянного тока также сводится к измерению напряжения вольтметром. Пропуская ток через сопротивления шунта $R_{23}R_{28}$, получают разность потенциалов, которая равна 3 *в*, чего достаточно для полного отклонения стрелки гальванометра на всю шкалу. Схема измерения упрощенно представлена на рис. 8.

На погрешность, вносимую сопротивлениями шунта, вводятся поправочные коэффициенты для каждого предела измерения. Для удобства отсчета по шкале поправочные коэффициенты нужно ввести в величину предела измерения тока. Например: предел измерения 0—0,3 *ма;* введя поправочный коэффициент, получим 0—1,04 *ма*. Цена одного деления по шкале напряжения постоянного тока в данном случае равна 0,0104 *ма*. Такой ме-

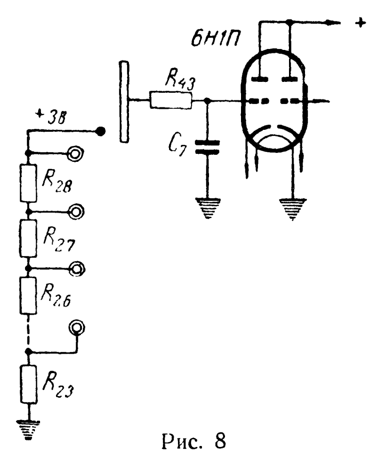


Рис. 8

тод измерения силы постоянного тока позволяет, обезопасив рамку гальванометра на случай ошибки, а в целом и прибор, определять фактическую силу тока. Точность измерения зависит от точности эталонного прибора, которым определяются поправочные коэффициенты. Пределы измерения с введенными поправочными коэффициентами составляют: I—0—1,04 *ма*; II—0—3,2 *ма*; III—0—17 *ма*; IV—0—70 *ма*; V—0—240 *ма*; VI—0—1 160 *ма*.

Прибор смонтирован в ящике размером 400×240×130 *мм* на текстолитовой панели толщиной 5 *мм*. На панели располагаются микроамперметр, индикатор включения, выключатель сети, ручки управления переключателей $П_1$, $П_2$, $П_3$, ручки управления переменных сопротивлений R_{40}, R_{48}, R_{50}, коммутационные входные гнезда. Внешний вид прибора приведен на рис. 9.

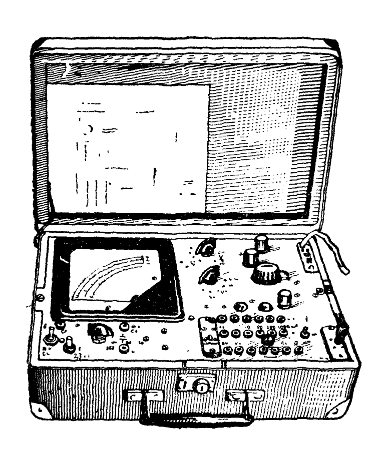


Рис. 9

Выпрямитель анодного питания выполнен по двухполупериодной схеме на лампе 6Ц5С. Сердечник для силового трансформатора в описываемом случае взят от приемника «Рекорд-53». Обмотки трансформатора содержат: *I* — 500 витков провода ПЭЛ 0,2, *II* — 114×2 ПЭЛ 0,16, *III* — 33 витка с выводом от 13-го витка провода ПЭЛ 0,8, *IV* — 33 витка провода 0,55.

Дроссель феррорезонансного стабилизатора напряжения выполнен на сердечнике из пластин Ш-40, толщина набора 4 *см*. Обмотка содержит 800 витков с выводом от 650-го витка провода ПЭЛШО 0,55. Конденсатор C_{10} бумажный на 4 *мкф* с рабочим напряжением 600 *в*.

Дросселем фильтра выпрямителя служит дроссель низкой частоты от приемника ТМ-8.

Угол раствора шкалы прибора 95°. Длина стрелки миллиамперметра от центра вращения 95 *мм*. Цена одного деления трехвольтовой шкалы постоянного тока равна 0,03 *в*.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 14 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ